

RIPE NCC

Internet Country Report: Europa mediterránea

Junio 2021



Introducción

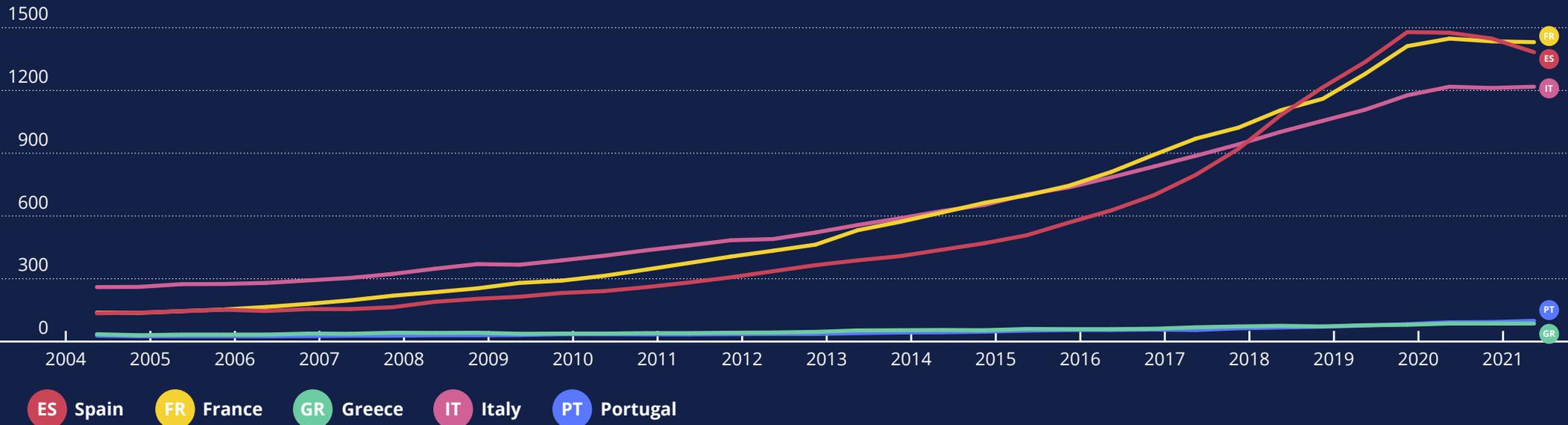
Internet es una red global de redes, pero la relación de cada país con Internet es distinta. Este informe ofrece una vista general del estado actual de Internet en la Europa mediterránea. Ofrecemos un análisis del entorno de mercados de la región y su nivel de desarrollo, exploramos el enrutamiento en Internet dentro de la región, examinamos detalladamente su acceso al sistema global de nombres de dominio e investigamos sus conexiones con la Internet global. Este análisis se basa en lo que podemos observar mediante las herramientas de medición de RIPE NCC, así como en algunas fuentes de datos externas.

Centramos nuestro foco en cinco países de la región de servicio de RIPE NCC, Portugal, España, Francia, Italia y Grecia, y presentamos un análisis exhaustivo del desarrollo de Internet en la región y su potencial de crecimiento futuro para informar las discusiones, ofrecer información técnica y facilitar el intercambio de información y mejores prácticas sobre avances desarrollados con Internet en esta parte del mundo. (No hemos incluido los países de la costa este del mar Adriático, que ya estaban recogidos en el Informe sobre países de RIPE NCC para el sureste de Europa de 2020). Este es el séptimo informe sobre países producido por RIPE NCC dentro de su continuado esfuerzo por apoyar el desarrollo de Internet en toda nuestra región de servicio poniendo nuestros datos y conclusiones a disposición de las comunidades técnicas y responsables de cada país.

Puntos destacados

- t Cada uno de estos cinco países presenta un elevado nivel de desarrollo de Internet, una saludable competencia en el mercado y una infraestructura de Internet sólida y resiliente.
- t Aunque la escasez de IPv4 no es un problema tan grave en esta región como en otras partes del mundo, se precisa un mayor desarrollo en IPv6 para alcanzar los objetivos de conectividad a nivel de UE, así como para garantizar el crecimiento futuro
- t El nivel de desarrollo de IPv6 presenta grandes variaciones en la región, con algunos países en primera línea y otros claramente rezagados
- t El enrutamiento en los cinco países está bastante optimizado, en términos generales, aunque existe una serie de anomalías de suficiente envergadura como para afectar a los tiempos de respuesta
- t Los cinco países tienen distintos números de rutas que los conectan al resto de la Internet global.

Figura 1:
Número de Local Internet Registries a lo largo del tiempo



El mercado de la Europa mediterránea y sus oportunidades de crecimiento

El entorno de mercado

Los países incluidos en este informe abarcan gran variedad de extensiones geográficas, habitantes y PIB. En consecuencia, sus entornos de Internet también varían. Sin embargo, como miembros de la Unión Europea (UE), los cinco países tienen algunos objetivos compartidos en cuanto a las TIC, como son los objetivos de banda ancha de la UE para 2025,¹ y, en gran medida, comparten un marco regulador común, al formar parte del mercado interno de la UE.

Los cinco países tienen un largo historial de crecimiento y desarrollo de Internet y, aunque los proveedores ya

establecidos mantienen una importante presencia, los mercados han evolucionado y son bastante abiertos y competitivos, con un buen nivel de opciones de elección para empresas y consumidores. Estos países disfrutaron de una sólida infraestructura y elevadas tasas de penetración de Internet. Algunos de los proveedores de esta región tienen ámbito global, como por ejemplo el grupo francés Orange, que tiene una importante presencia en Europa, Oriente Medio y África. En el momento de redactar este estudio, cuatro de los cinco países han desplegado redes 5G, siendo Portugal la excepción.²

Número de proveedores y otras organizaciones con redes propias

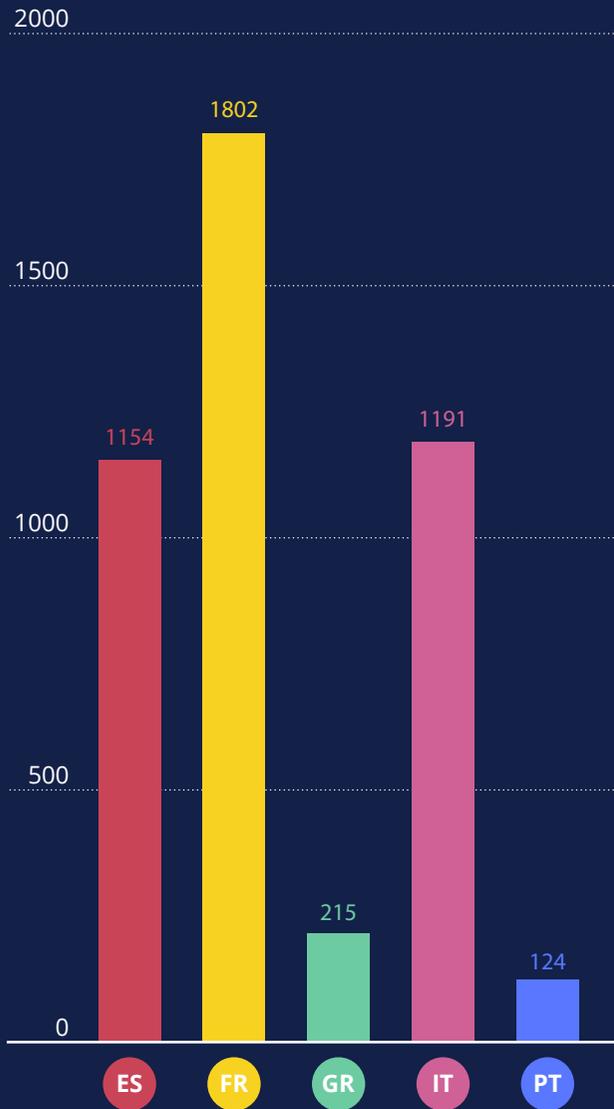
Como Regional Internet Registry para Europa mediterránea, RIPE NCC puede hacer seguimiento del desarrollo de Internet local a lo largo del tiempo en los distintos miembros

de RIPE NCC y Local Internet Registries (LIR). Aunque el crecimiento en los tres países más grandes, España, Francia e Italia, es más evidente (y, de hecho, mayor) en la figura 1, las diferencias no son tan notables si observamos el crecimiento porcentual (en lugar de las cifras absolutas) en Grecia y Portugal, que muestran un importante aumento en el número de LIR.

Es interesante destacar que el número de LIR en España, después de alcanzar un máximo entre 2016 y 2020, comenzó a descender después de 2020. Aún así, la cifra está a la par con Francia e Italia, aunque la población de España es claramente inferior a la de estos dos países. Por norma general, un mayor número de redes suele ser indicio de un mercado más diversificado, con más proveedores de servicio operando sus propias redes, pero no siempre es así.

¹ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/broadband-strategy-policy>
² *Observatorio europeo de 5G*

Figura 2:
Número de redes



Miembros de RIPE NCC y Local Internet Registries (LIR, registros locales de Internet)

Los miembros de RIPE NCC incluyen proveedores de servicio de Internet, proveedores de alojamiento de contenidos, organismos públicos, instituciones académicas y otras organizaciones que mantienen redes propias en la región de servicio de RIPE NCC, que abarca Europa, Oriente Medio y Asia Central. RIPE NCC distribuye espacio de direcciones de Internet a estos miembros, que pueden reasignar direcciones IP a sus propios usuarios finales. Los miembros pueden abrir más de una cuenta, llamada Local Internet Registry (LIR).

La mayoría de los miembros de RIPE NCC fueron durante mucho tiempo proveedores de servicio y acceso a Internet. Sin embargo, últimamente hemos advertido un importante aumento de otros tipos de organizaciones que precisan direcciones IP para sus redes propias, como son proveedores de alojamiento, organismos públicos, agencias, universidades, empresas, etc. Esto ha permitido a más organizaciones ejercer un mayor control sobre sus recursos de direcciones de Internet y sus formas de enrutar su tráfico. En consecuencia, un aumento del número de LIR no se traduce necesariamente en un mayor número de proveedores de acceso a Internet.

Asimismo, es posible que una misma organización mantenga varias cuentas LIR. Esta práctica se convirtió en una tendencia significativa después de 2012, cuando se restringió la cantidad de espacio de direcciones IPv4 asignada al disminuir progresivamente la cantidad de direcciones IPv4 restante (según se detalla en la sección sobre IPv4 más adelante). Observamos cómo ocurre esto en la Europa mediterránea, especialmente en España, donde 175 LIR cerraron desde comienzos de 2020 hasta el cierre de esta edición, 93 de los cuales eran "cuentas adicionales" (pertenecientes a miembros con más de una cuenta). Durante este periodo, solo abrieron en España 81 LIR nuevos, lo que creó una tendencia descendente en términos de crecimiento general.

En total, España tiene 242 cuentas LIR "adicionales", Francia tiene 168, Italia, 77, Portugal, 16 y Grecia, 5.

Crecimiento y diversidad de redes

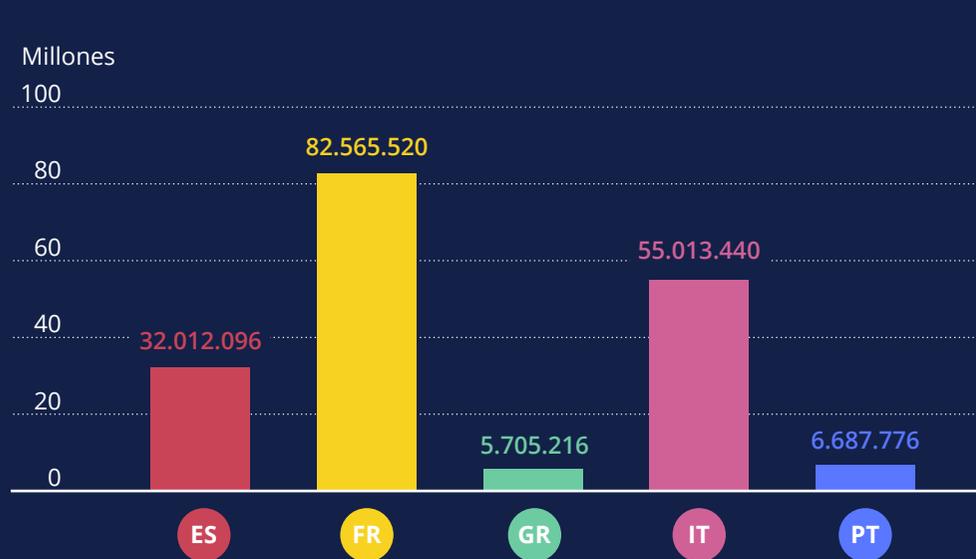
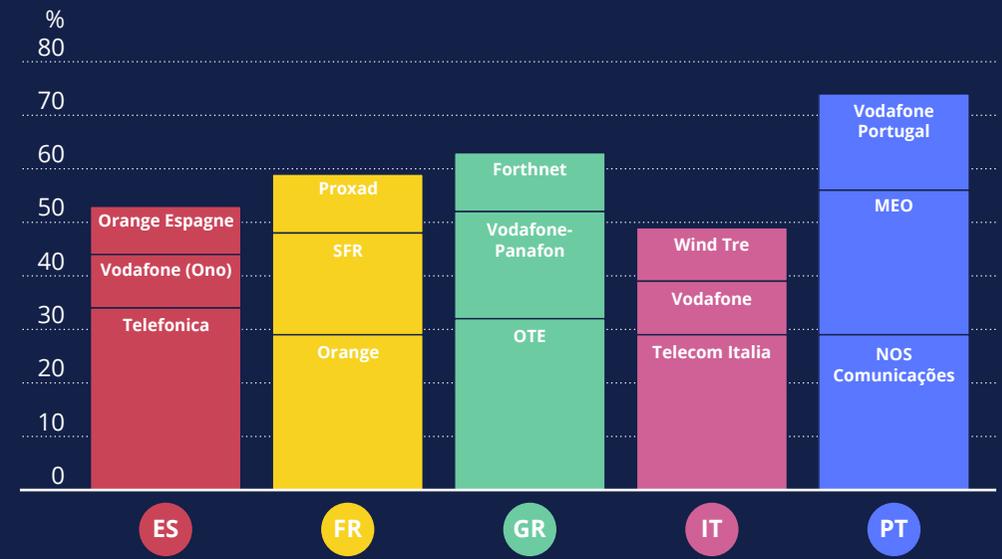
Por norma general, un mayor número de Local Internet Registries (Registros Locales de Internet) se corresponde con un mayor número de redes operadas independientemente, denominadas sistemas autónomos, cada una de las cuales está representada por un Autonomous System Number (ASN, Número de sistema autónomo). (Un sistema autónomo es un grupo de redes IP que se administran según una política de enrutamiento única y claramente definida. En la actualidad hay aproximadamente 70.000 ASN activos en Internet).

El número de redes en un país determinado es una indicación de la madurez del mercado. Cuanto mayor sea la diversificación, más oportunidades existen en el mercado para la interconexión entre redes, lo que aumenta la resiliencia.

RIPE NCC es responsable de la asignación de ASN en su región. Esto nos proporciona información única sobre la distribución y despliegue de estas redes por Internet. También aquí vemos los países más grandes en posición dominante, aunque con resultados ligeramente diferentes de los vistos en el número de LIR. Aunque Italia tiene alrededor del 90% de población que Francia, solo tiene un 66% de redes en comparación con Francia. Y aunque la población de Grecia es comparable con la de Portugal, Grecia tiene muchas más redes que Portugal.

Es interesante comprobar que la diversidad de redes que vemos en estos cinco países no se traduce directamente en mayor competencia y menores precios de acceso. En cuanto a banda ancha móvil, al menos, Italia es uno de los seis países más baratos de la UE, mientras que Francia es uno de los 11 países de la UE considerados "relativamente baratos". España, Grecia y Portugal son tres de los siete países de la UE en la categoría "relativamente caros". Ninguno de los cinco países tiene la consideración de "caros" según los estándares de la UE.³

³ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/broadband-connectivity>

**Figura 3:
Cuotas de IPv4**

**Figura 4:
Cuotas de IPv4 por organización**


Espacio de direcciones IPv4 en la Europa mediterránea

Hasta 2012, los miembros de RIPE NCC podían recibir más cantidad de espacio de direcciones IPv4 según sus necesidades demostrables. Cuando RIPE NCC alcanzó el último /8 del espacio de direcciones IPv4 en 2012, la comunidad RIPE instituyó una política que permitió a los nuevos LIR recibir una pequeña asignación de IPv4 (1024 direcciones) para ayudarlos en la transición a IPv6, la nueva generación del protocolo que incluye suficientes direcciones IP para el futuro previsible. En noviembre de 2019, RIPE NCC realizó la última de estas asignaciones y ahora existe un sistema por el cual las organizaciones que nunca han recibido IPv4 de RIPE NCC pueden recibir una asignación aún más reducida de un grupo de espacio de direcciones recuperadas (en ocasiones se cierran cuentas de miembros y el espacio de direcciones se devuelve a RIPE NCC).

De hecho, ninguno de los cinco países incluidos en este informe siguió aumentando cantidades significativas de espacio de direcciones IPv4 después de 2012. Incluso antes de este momento, observamos muy escaso crecimiento en la cantidad de espacio IPv4 en Portugal y Grecia, mientras que el crecimiento fue moderado en España, importante en Italia y el máximo nivel en Francia, todo lo cual se refleja en las cuotas actuales de IPv4 de cada país. Incluso en países en los que un elevado número de organizaciones abrieron cuentas LIR adicionales para recibir más asignaciones de IPv4, las cantidades fueron tan reducidas que no aumentaron significativamente las cuotas generales de IPv4 de estos países.

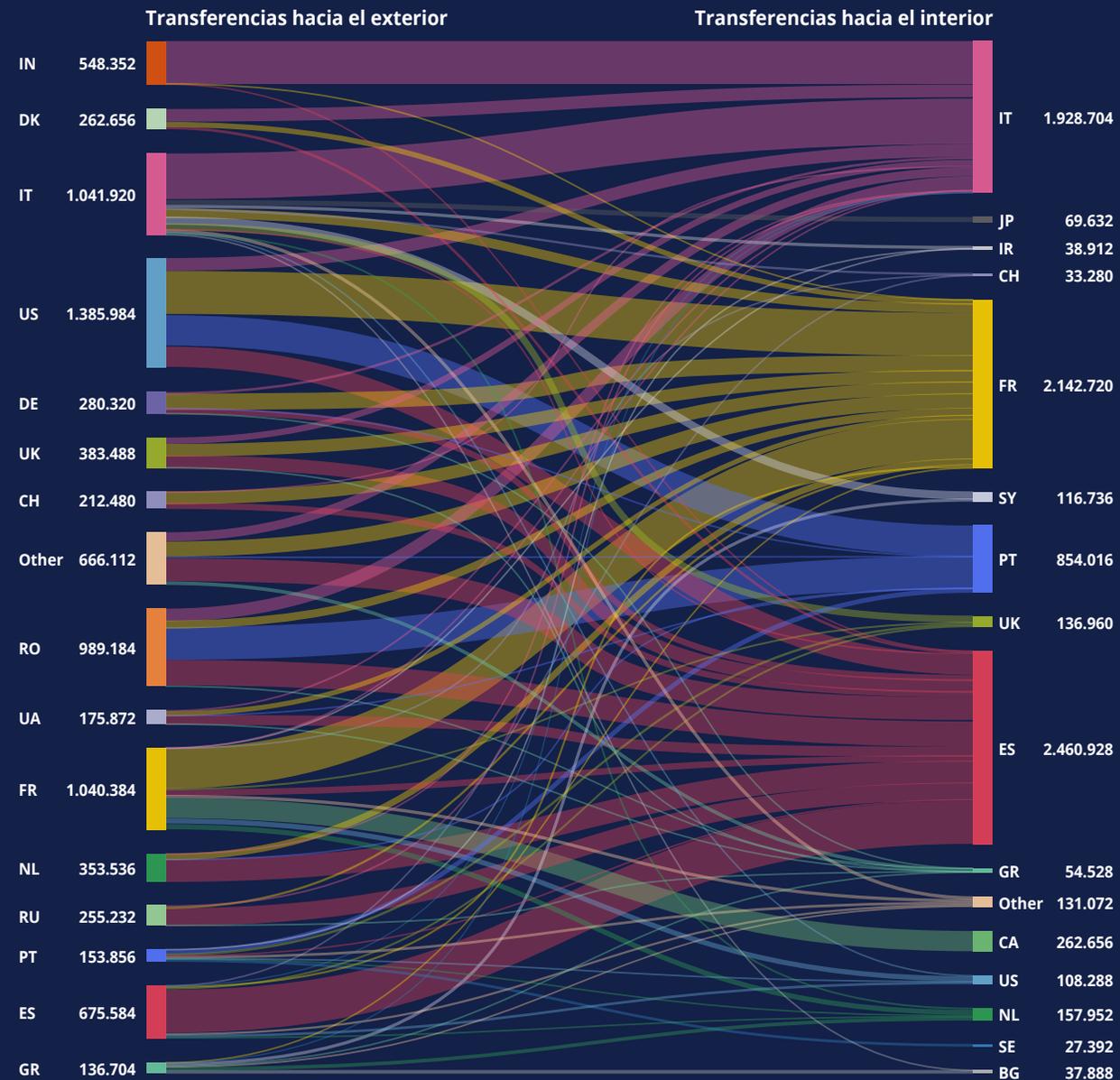
También advertimos una cantidad bastante elevada de consolidación de IPv4; en cada uno de los cinco países, entre el 50% y el 75% de las direcciones IPv4 corresponden a solo

tres organizaciones. Aunque resultó difícil obtener datos claros y congruentes sobre la cuota de mercado, creemos que estos resultados son representativos en términos generales en cuanto que estos proveedores mantienen una cuota significativa de los mercados de acceso a Internet en estos países. La figura 4 muestra las organizaciones con las tres mayores cantidades de IPv4 en cada país.

Mercado secundario de IPv4

Para satisfacer la demanda de más espacio de direcciones IPv4, en años recientes ha surgido un mercado secundario de compraventa de IPv4 por parte de distintas organizaciones. RIPE NCC no interviene en estas transacciones financieras y tan solo garantiza que la RIPE Database – el registro de qué espacio de direcciones se ha asignado a qué miembros de RIPE NCC – mantenga la máxima exactitud posible.

Figura 5:
Transferencias de IPv4 transferencias internas y hacia dentro y hacia fuera de la Europa mediterránea entre diciembre de 2016 y mayo de 2021



A medida que continúa la demanda de IPv4 a pesar del menguante espacio disponible, muchos proveedores y otras organizaciones han recurrido al mercado secundario. La figura 5 muestra las transferencias de IPv4 que han tenido lugar internamente y hacia dentro y hacia fuera de cada país de la región desde que el mercado comenzó a funcionar.

Vemos un mercado secundario activo en esta parte del mundo, con transferencias de direcciones IPv4 entre cada uno de los cinco países. No es de extrañar que el mercado esté dominado por los tres países más grandes (España, Francia e Italia), los cuales incluyen una elevada cantidad de transferencias nacionales (en las cuales las direcciones se transfieren entre dos partes dentro del mismo país). Las organizaciones receptoras más grandes han sido:

- t OVH SAS (Francia): 917.504 direcciones
- t Vodafone Portugal: 720.896 direcciones
- t Vodafone España: 646.144 direcciones
- t Sky Italia: 524.288 direcciones
- t Orange España: 489.216 direcciones

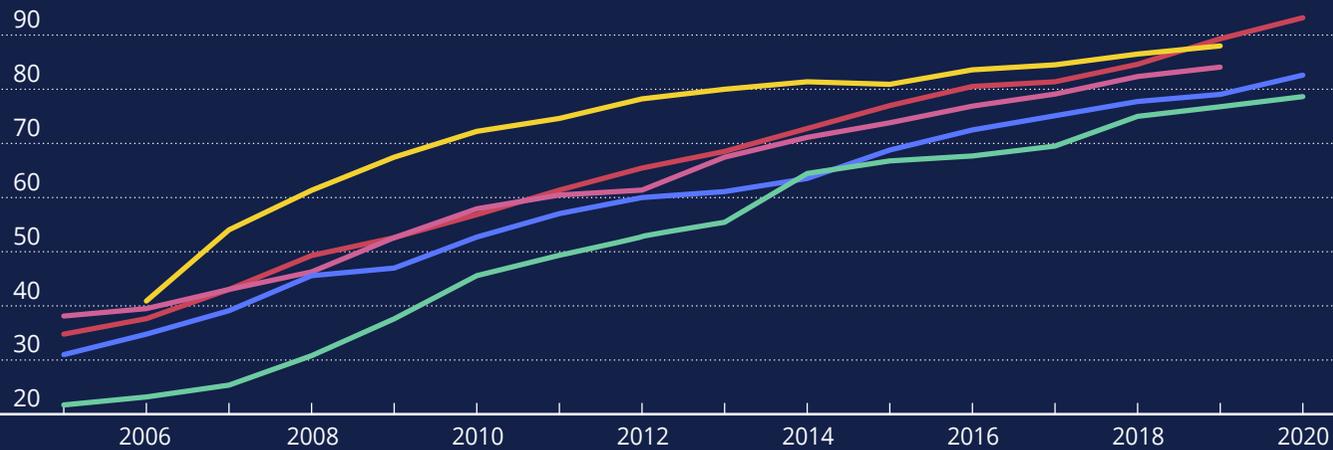
Es de destacar una transferencia /13 desde India a Italia (524.288 direcciones) que se realizó entre Reliance Communications Limited y Sky Italia en agosto de 2018. Aunque se desconoce la naturaleza comercial de esta transacción, Reliance Communications se declaró en quiebra en febrero de 2019.⁴ Sin embargo, la cantidad de IPv4 transferidas a cada uno de los cinco países constituye tan solo una pequeña fracción de su reserva total de IPv4, por lo que ninguno depende de forma significativa del mercado secundario de IPv4.

Penetración de Internet y potencial de crecimiento futuro

Los cinco países incluidos en este informe tienen cantidades relativamente elevadas de espacio IPv4 para sus habitantes. Especialmente en Francia, asistimos aun caso poco habitual, con más direcciones IPv4 que

⁴ <https://www.reuters.com/article/rcom-debt/rcom-goes-to-bankruptcy-court-to-resolve-debt-burden-idINKCN1PQ4WT?edition-redirect=in>

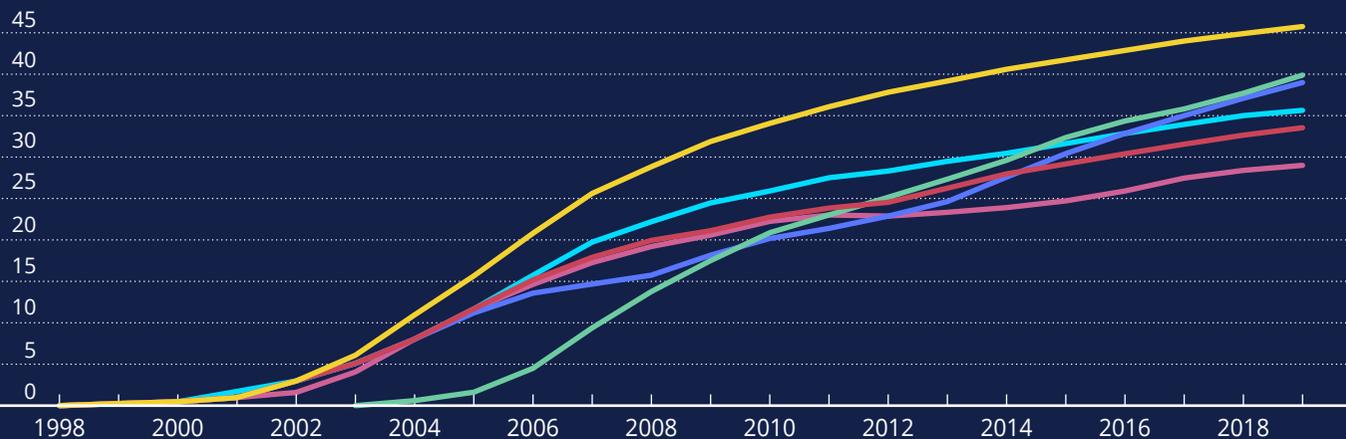
Figura 6:
Porcentaje de domicilios con acceso a Internet



ES FR GR IT PT

Fuente: OCDE

Figura 7:
Suscripciones de banda ancha fija por cada 100 personas a lo largo del tiempo



ES FR GR IT PT EU

Fuente: OCDE

habitantes: 1,2 direcciones por persona. En los restantes países, esta cifra varía entre el 0,9 de Italia al 0,5 de Grecia, y España y Portugal en una posición intermedia, con 0,7 direcciones por persona. Esto está entre uno y dos órdenes más de magnitud de direcciones IPv4 por persona que en otros países de la región de servicio de RIPE NCC y probablemente es atribuible a la temprana adopción de Internet en la Europa mediterránea en comparación con otras muchas partes del mundo.

Con unas ratios dirección-población tan elevadas en la región, debería ser posible una conectividad de primera calidad para los habitantes de estos países. Y esto es lo que comprobamos en la figura 6. Aunque Portugal y Grecia están entre los países de la UE con menores tasas de acceso a Internet, estos porcentajes siguen siendo muy elevados a escala global y vemos que los cinco países siguen mejorando la conectividad.

Es interesante observar que las tarifas de las suscripciones a banda ancha no siguen el mismo patrón. Aunque España está en primer lugar en acceso a Internet, Grecia y Portugal tienen tarifas de suscripción a banda ancha más elevadas que España (o Italia). Esto se explica, al menos parcialmente, por el hecho de que España e Italia tienen el mayor número de líneas de móvil por habitante, lo que sugiere que las personas de estos países confían más en sus dispositivos móviles que en la banda ancha fija para la conectividad a Internet.

Figura 8:
Suscripciones mediante móvil por cada 100 personas a lo largo del tiempo

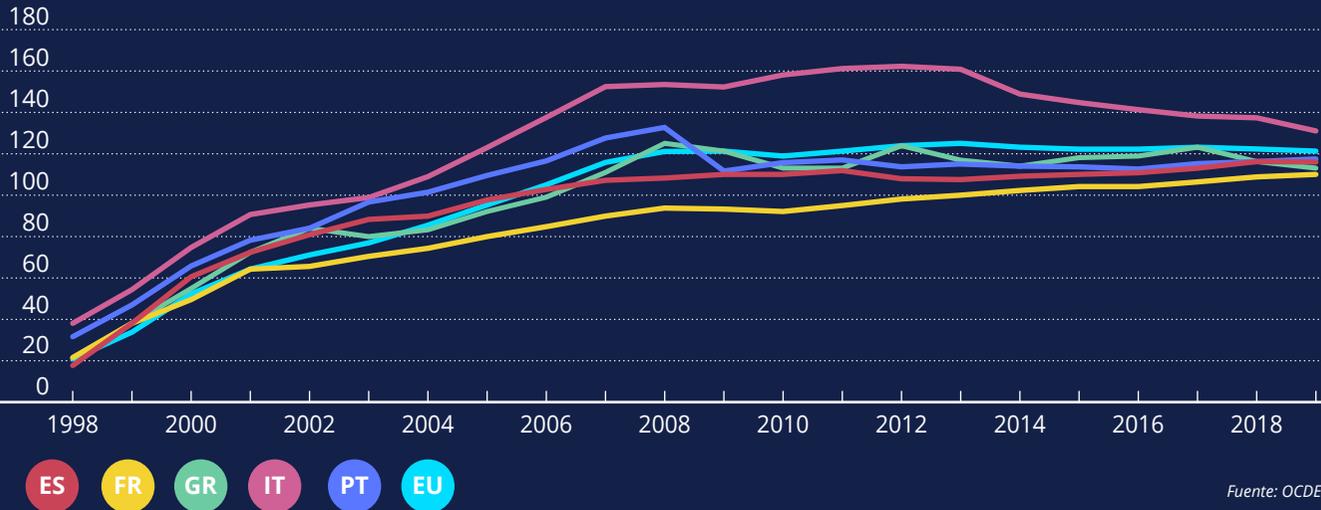
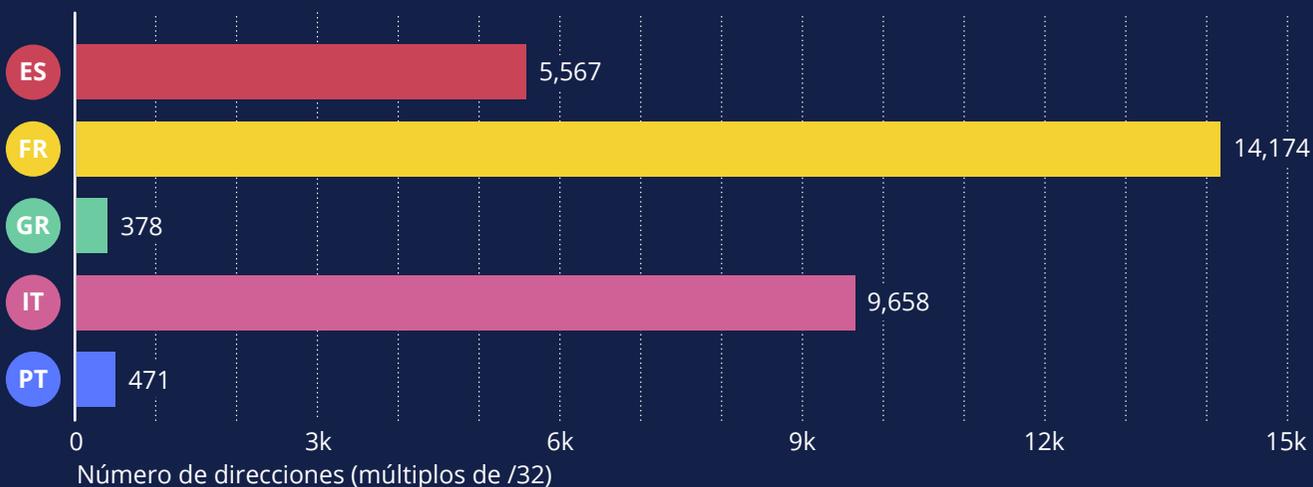


Figura 9:
Cuotas de IPv6



En concreto, el número notablemente superior de líneas de móvil en Italia puede atribuirse al menos en parte a sus reducidos precios de banda ancha móvil (según se ha mencionado anteriormente). Los cinco países tienen elevados porcentajes de líneas de móvil, con un promedio de más de uno por persona, aunque la mayoría queda en la franja inferior de la media de la UE. Sí apreciamos un ligero descenso en Italia en los últimos años, lo que es una probable indicación de la saturación del mercado. También vemos que Portugal destaca en términos de crecimiento de la banda ancha en los 7-8 últimos años. Esto puede deberse, al menos parcialmente, a un esfuerzo concertado por parte de su regulador y de los principales operadores, que han invertido en infraestructura compartida en un esfuerzo conjunto por ampliar la cobertura.⁵

Aunque los cinco países tienen gran cantidad de espacio de direcciones IPv4, la elevada tasa de suscripciones de móvil se traduce en que los operadores en particular van a tener que hacer uso de técnicas de uso compartido de direcciones para dar servicio a un número cada vez mayor de clientes. Distintas alternativas técnicas que permiten a múltiples usuarios compartir una misma dirección IP, como la carrier-grade network address translation (CGN, traslación de direcciones de red de calidad de operadora), se utilizan habitualmente en conectividad de banda ancha móvil. Sin embargo, hay contrapartidas bien documentadas a las tecnologías de uso compartido de direcciones, y desplegar IPv6 sigue siendo la única estrategia sostenible para facilitar el crecimiento futuro y alcanzar el objetivo de la UE de equipar a todas las unidades familiares de Europa con conexión a 100 Mbps antes de 2025⁶ – por no mencionar tecnologías emergentes como 5G, el Internet de las cosas, etc.

IPv6 en la Europa mediterránea

En lo relativo a cuotas de IPv6, los cinco países presentan un patrón similar al que vimos con IPv4. Francia domina la región, seguida por Italia y España; Portugal y Grecia mantienen tan solo una fracción del espacio perteneciente a estos grandes países.

⁵ Documento sobre antecedentes de ITU: *Infrastructure sharing and co-deployment in Europe: good practices based on collaborative regulation (infraestructura compartida y desarrollo conjunto en Europa: buenas prácticas basadas en una normativa colaborativa)*

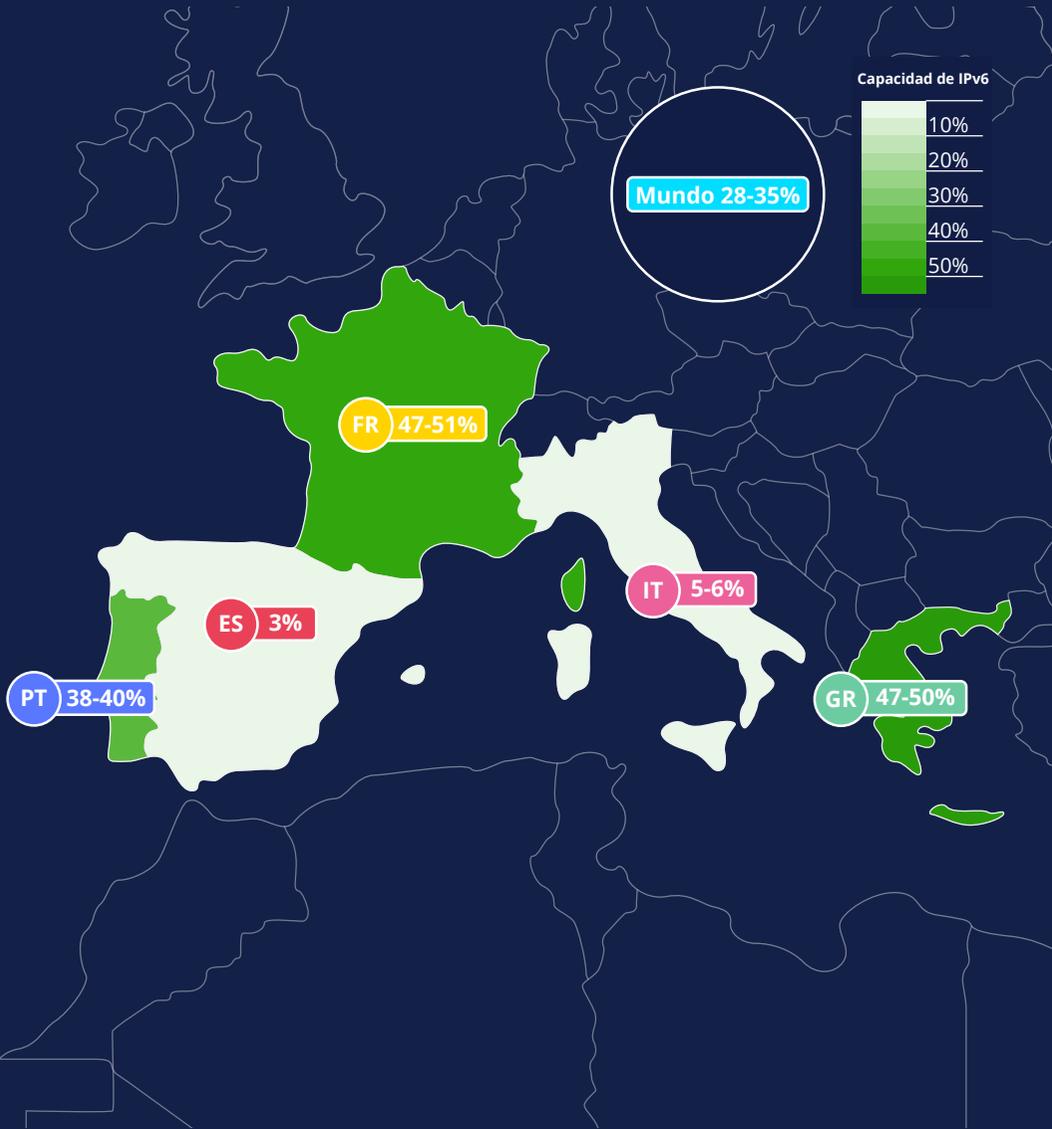
⁶ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/broadband-strategy-policy>

Figura 10:
Cuotas de Ipv6 por organización



En términos de distribución en los países, la figura 10 muestra las organizaciones con las tres mayores cantidades de IPv6 en cada país. En Francia e Italia, un único proveedor representa un gran porcentaje (58% y 42% respectivamente) de las direcciones IPv6, mientras que en Portugal y Grecia vemos una distribución mucho más igualada. A diferencia de IPv4, las direcciones IPv6 tienen amplia disponibilidad (aunque las asignaciones de gran tamaño se basan en las necesidades demostrables), por lo que la acumulación no constituye un elemento importante. Merece la pena destacar que el que algunas organizaciones mantengan grandes cantidades de espacio IPv6 no significa realmente que hayan desplegado IPv6 ni que las direcciones estén en uso. Algunas redes pueden mantener una gran cantidad de espacio de direcciones sin utilizar (posiblemente tras presentar planes de crecimiento futuro al solicitar asignaciones de gran tamaño), mientras que otras pueden haber desplegado IPv6 en redes enteras y ser capaces de dar servicio a toda su base de clientes con una asignación relativamente pequeña. Este es el caso, por ejemplo, de Sky Italia, que mantiene solo el 1,33% de las direcciones IPv6 registradas en Italia, pero ha alcanzado un despliegue superior al 90% en su red.

Figura 11:
Tasas de despliegue de IPv6



Fuentes: Akamai: <https://www.akamai.com/us/en/resources/our-thinking/state-of-the-internet-report/state-of-the-internet-ipv6-adoption-visualization.jsp>. APNIC: <https://stats.labs.apnic.net/ipv6>. Facebook: <https://www.facebook.com/ipv6>. Google: <https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>.

Como las asignaciones de IPv6 de mayor tamaño se realizan según las necesidades, sería de esperar que las tasas de despliegue reflejasen, de manera aproximada, las diferentes cantidades de espacio de direcciones IPv6 que vemos en cada país, pero esto claramente no es lo que sucede. Por ejemplo, Italia mantiene el 68% de la cantidad de espacio de direcciones IPv6 que Francia, pero su tasa de despliegue es una pequeña fracción de la de Francia (5-6% y 47-51% respectivamente). La situación es similar para España. (Incluimos varias fuentes de datos, ya que distintas organizaciones aplican distintos métodos de medición que ofrecen ligeras variaciones en las cifras).

Para tratar de comprender mejor la situación, examinamos la encuesta RIPE NCC Survey 2019,⁷ realizada entre más de 4000 operadores de red y otros miembros de la comunidad técnica, con inclusión de 674 entrevistados de Portugal, España, Francia, Italia y Grecia.

Aunque solo el 40% de los entrevistados de Portugal, Francia y Grecia expresaron que consideraban que sus organizaciones necesitarán más IPv4 en los 2-3 años próximos, en España e Italia este porcentaje ascendió al 54% (lo que está en línea con el promedio total del 53% entre todos los entrevistados). Al ser preguntados sobre el estado actual del despliegue de IPv6 en sus redes, el 25% de los entrevistados en Portugal, Francia y Grecia dijeron que el despliegue era completo, en comparación con solo el 8% en España e Italia el promedio total entre todos los entrevistados fue del 22%. el promedio total entre todos los entrevistados fue del 22%). Asimismo, el

32% de los encuestados de España e Italia dijeron que no tenían planes para desplegar IPv6, en comparación con un promedio del 23% entre el total de encuestados. Al examinar por qué los encuestados en España e Italia aún no habían desplegado IPv6, los principales motivos alegados fueron la falta de necesidad empresarial o requerimiento legal, falta de conocimientos o capacidad técnica y falta de tiempo. Sin embargo, además del 8% de encuestados de España e Italia que dijo tener un despliegue completo, otro 47% dijo que contaba con un plan, estaba realizando pruebas con IPv6 o acababa de iniciar el despliegue, por lo que tal vez veamos una mejora en el despliegue de IPv6 en estos países en los próximos años.

Gobiernos, reguladores, Internet exchange points (IXP, puntos de intercambio de Internet) y grupos de operadores de red locales (NOG) tienen una función en el despliegue de IPv6. Por ejemplo, en Francia, el organismo regulador de telecomunicaciones Arcep ha trabajado activamente para impulsar el despliegue de IPv6, con la formación de un equipo de trabajo sobre IPv6 en 2019 y la publicación de informes del regulador sobre su adopción. En Grecia, donde también vemos un elevado nivel de despliegue de IPv6, GR-IX, el principal IXP del país, también ha sido muy activo para fomentar el despliegue de IPv6 entre sus miembros, y la comunidad técnica local, a través de GRNOG, trabaja muy activamente para apoyar a los operadores de red del país en sus despliegues propios de IPv6. Estos factores pueden contribuir de forma significativa al despliegue general de Internet en un país y su capacidad para la transición a la siguiente generación del protocolo.

⁷ Encuesta RIPE NCC Survey 2019: <https://www.ripe.net/survey>

2. Conectividad nacional e internacional

Conectividad nacional entre redes

Para comprender las relaciones que existen entre distintas redes, podemos examinar las interconexiones dentro de cada país utilizando datos del Routing Information Service (RIS) de RIPE NCC, que utiliza un conjunto de colectores de rutas distribuido globalmente para recoger y almacenar datos de enrutamiento de Internet. Esto nos indica los caminos disponibles que existen entre redes (no los caminos realmente utilizados).

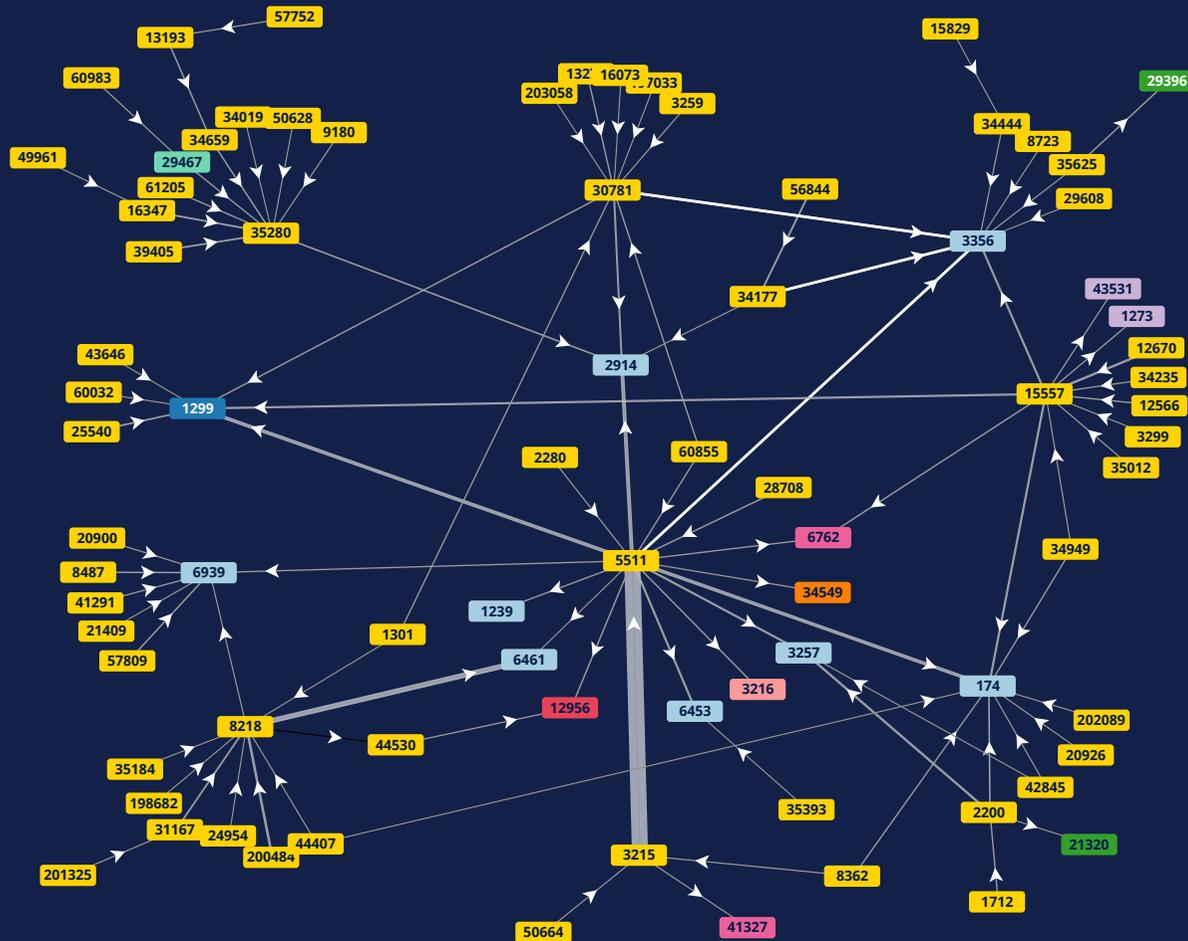
Para cada país, trazamos la forma en que se propagan las rutas de una red a otra (las flechas indican la dirección del flujo de BGP, frente al flujo del tráfico) hasta el punto en el que el camino llega a una red extranjera. Para cada camino, descartamos los primeros saltos que detallan cómo se propagan las rutas a través de redes internacionales; nos centramos en el enrutamiento dentro de cada país y las conexiones con el mundo exterior. Los nodos de cada figura están codificados por colores según el país en el que está registrada la red (ASN), y el ancho de las líneas es determinado por el número de caminos en los que vemos la conexión entre los distintos ASN. La posición de las distintas redes no corresponde a ningún tipo de diseño geográfico; por el contrario, estas figuras son simplemente una representación visual de las interconexiones entre las redes de cada país.

Debido a la naturaleza del Border Gateway Protocol (BGP, protocolo de pasarela de fronteras) y de los procesos de recogida de rutas RIS, nuestra vista se limita a las rutas seguidas por tráfico internacional. Solo observaremos relaciones de emparejamiento entre dos proveedores de

servicio en un país cuando una o ambas partes anuncien las rutas de la otra a una tercera parte que continúa propagando la ruta. En especial, no veremos emparejamientos en IXP regionales, cuya intención es mantener el tráfico local dentro del país o región. No obstante, trazar las conexiones que podemos detectar nos ofrece una valiosa información sobre la conectividad doméstica.

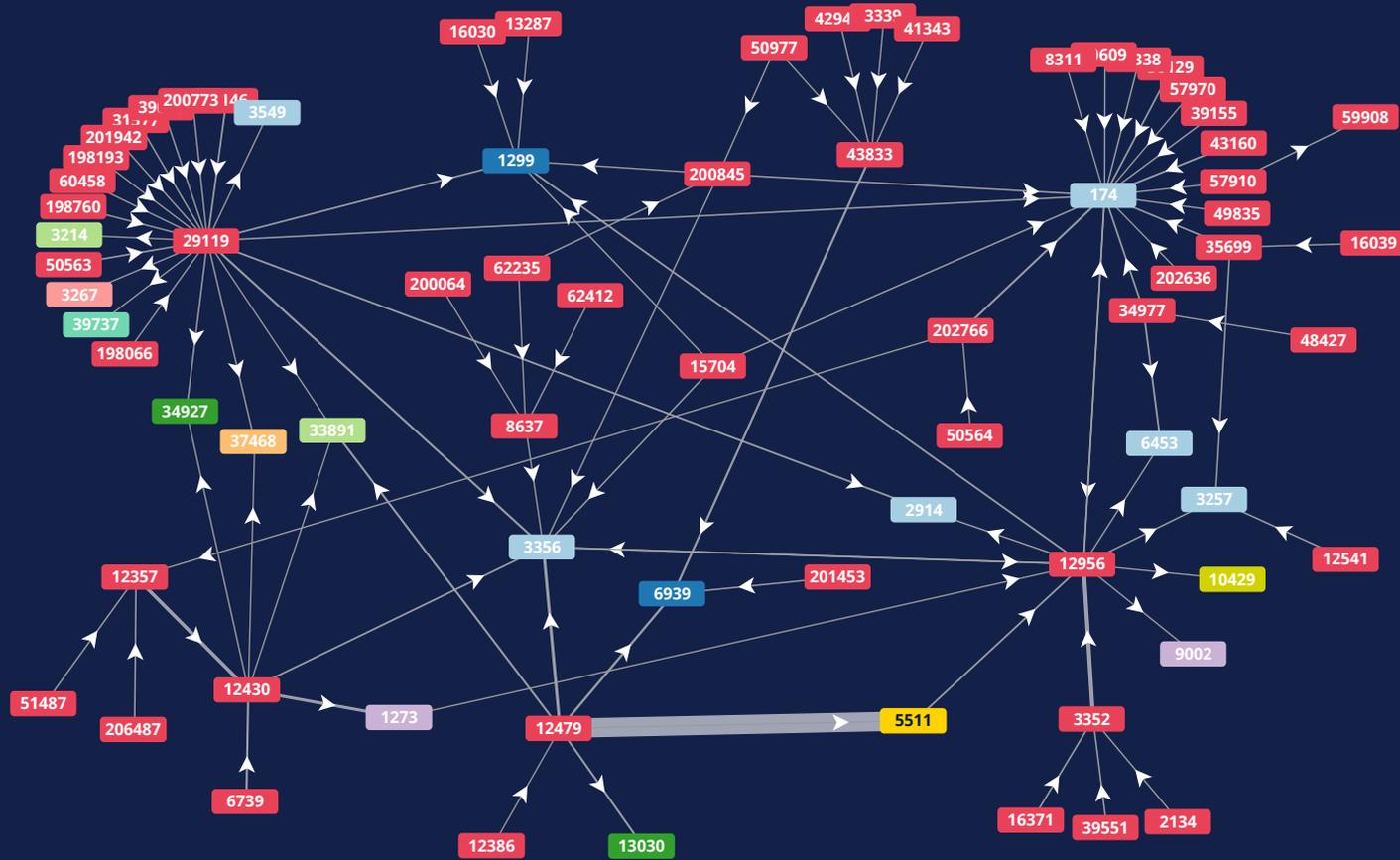
Lamentablemente, con más de mil ASN registrados en España, Francia e Italia, y entre cien y doscientos en Portugal y Grecia, no es posible visualizar todas las conexiones entre cada red de estos países. Sin embargo, para obtener una imagen de los patrones de alto nivel, restringimos las siguientes figuras para incluir los 100 segmentos observados con más frecuencia en las trayectorias de BGP.

Figura 12:
Conectividad entre redes en Francia



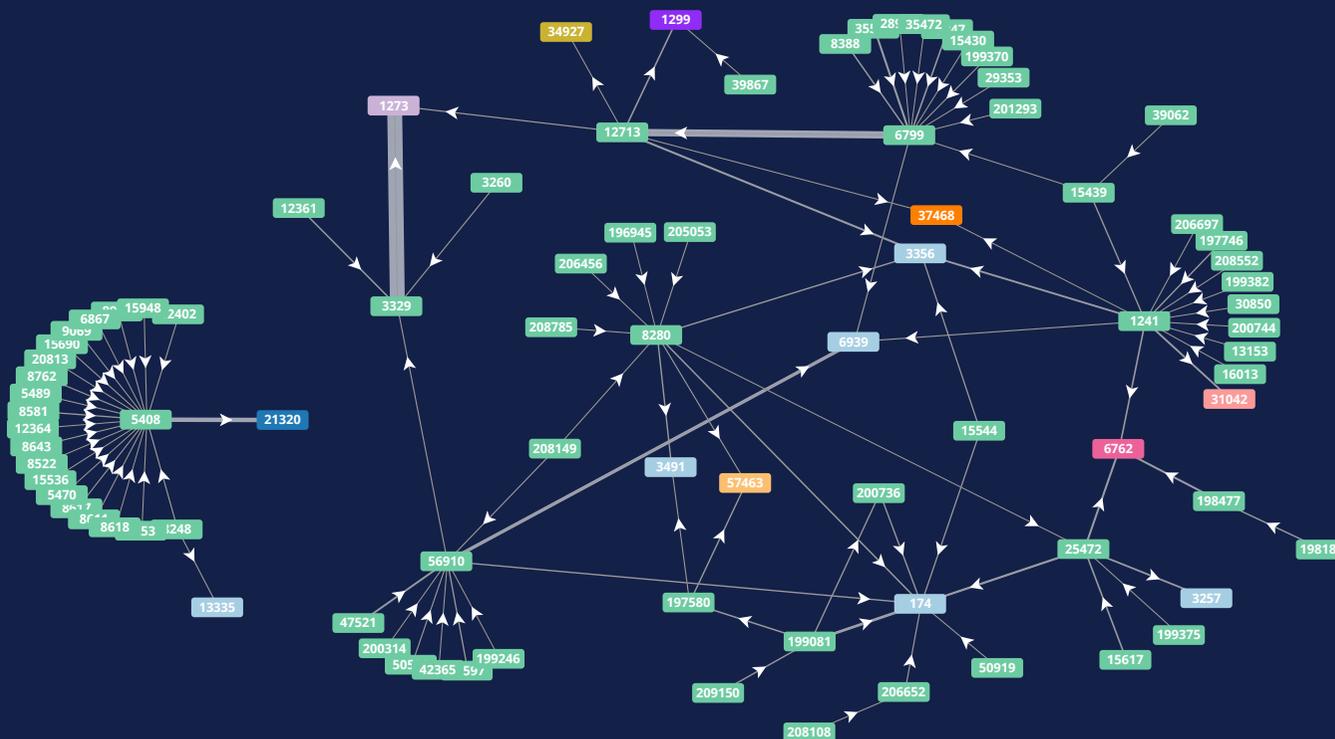
En Francia tenemos nueve clústeres alrededor de distintas redes, lo que indica el importante papel que desempeñan en la conectividad nacional del país al conectar otras varias redes al resto de Internet. Cinco están registrados a nombre de organizaciones francesas: Acorus (AS35280), Jaguar Network SAS (AS30781), Zayo France (AS8218), SFR (AS15557) y OpenTransit (AS5511). Los otros cuatro son proveedores internacionales con sede fuera de Francia: Telia (AS1299), Hurricane Electric (AS6939), Level3 (AS3356) y Cogent (AS174). También vemos claramente que la red doméstica de Orange (AS3215) hace uso de OpenTransit – la red troncal internacional de Orange – para su conectividad principal.

Figura 13:
Conectividad entre redes en España



La conectividad doméstica en España está dominada por dos redes: ServiHosting Networks (AS29119) y la estadounidense Cogent (AS174). Muchas de las redes españolas reciben conectividad mediante estos proveedores. También advertimos clústeres menos prominentes pero aún así importantes alrededor de Vodafone España (AS12430), Producmia (AS43833) y Telefónica Global Solutions (AS12956), que es el canal de subida para Telefónica de España (AS3352) y las redes a las que da servicio. De forma similar a la situación de Francia, también vemos cómo Orange España (AS12479) hace uso predominante de OpenTransit (AS5511) para su conectividad internacional.

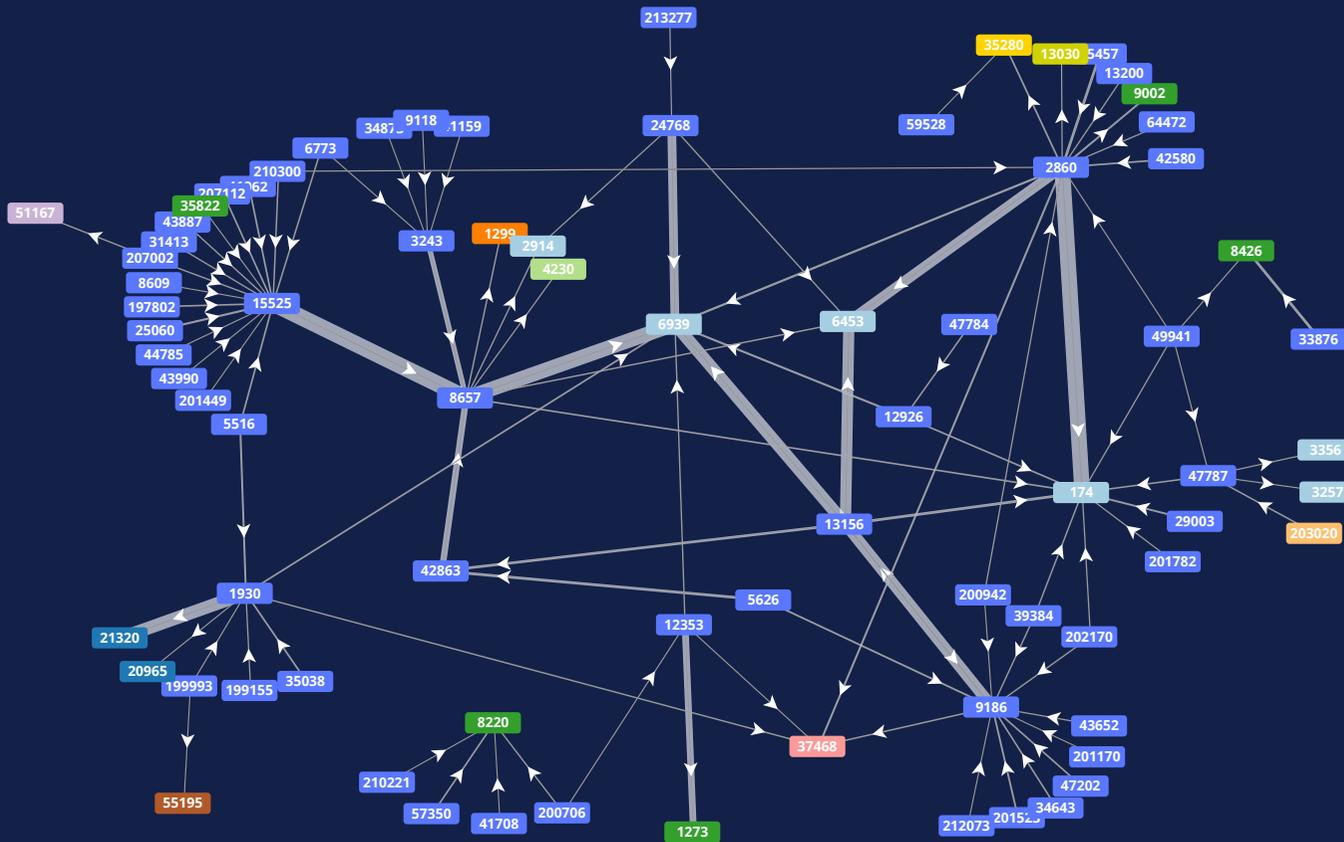
Figura 15:
Conectividad entre redes en Grecia



GRNET, la red nacional de investigación y educación (NREN), tiene un papel destacado en Grecia, donde vemos cómo GRNET (AS5408) conecta a numerosas redes académicas al mundo exterior a través de GÉANT (AS21320), la red europea de investigación radicada en los Países Bajos.

También vemos clústeres en torno a Forthnet (AS1241), OTE (AS6799) y Lambda Hellix (AS56910). Lambda Hellix obtiene conectividad de Hurricane Electric (AS6939) y Vodafone-Panafon (AS3329), que a su vez utiliza Vodafone GlobalNet (AS1273) para la conectividad externa. También es de destacar el clúster en torno a Cogent (AS174), que es considerado un proveedor del canal de subida directo para varias redes griegas.

Figura 16:
Conectividad entre redes en Portugal



En Portugal también destaca la posición prominente de Hurricane Electric (AS6939). La red conecta a una parte importante de las redes portuguesas al resto de Internet, tanto directa como indirectamente, con la mayoría de las conexiones indirectas a través de MEO Internacional (AS8657) y NOWO Communications (AS13156). A su vez, MEO Internacional es el canal de subida exclusivo para otras partes de MEO: MEO Residencial (AS3243), MEO Empresas (AS15525) y MEO Movel (AS42863). Esto sirve de ejemplo de cómo una única organización puede utilizar múltiples ASN para estructurar sus redes.

Otros elementos clave para conectar Portugal al resto de Internet incluyen: NOS Comunicações (AS2860), con Cogent (AS174) y Tata Communications (AS6453) como canales de subida primarios; ONI Telecom (AS9186), que recibe tránsito de NOWO Communications (AS13156); y RCCN (AS1930), una NREN que hace uso principalmente de GÉANT (AS21320) para conectividad externa, aunque algunas trayectorias también se realizan mediante Hurricane Electric (AS6939). Por último vemos cómo Cogent (AS174) proporciona tránsito no solo a NOS Comunicações (AS2860) y sus clientes, sino también directamente a otras redes portuguesas.

Una visualización de la conectividad a Internet, como vemos en estas figuras, deberá parecer una red fuertemente interconectada, con una gran distribución de trayectorias e interconexiones sin cuellos de botella o embudos claros. Efectivamente, los cinco países incluidos en este informe presentan un elevado nivel de interconectividad en sus redes nacionales, lo que es señal de un entorno local maduro y desarrollado que ofrece un buen nivel de redundancia y resiliencia.

Figura 17:
Conectividad internacional en Francia

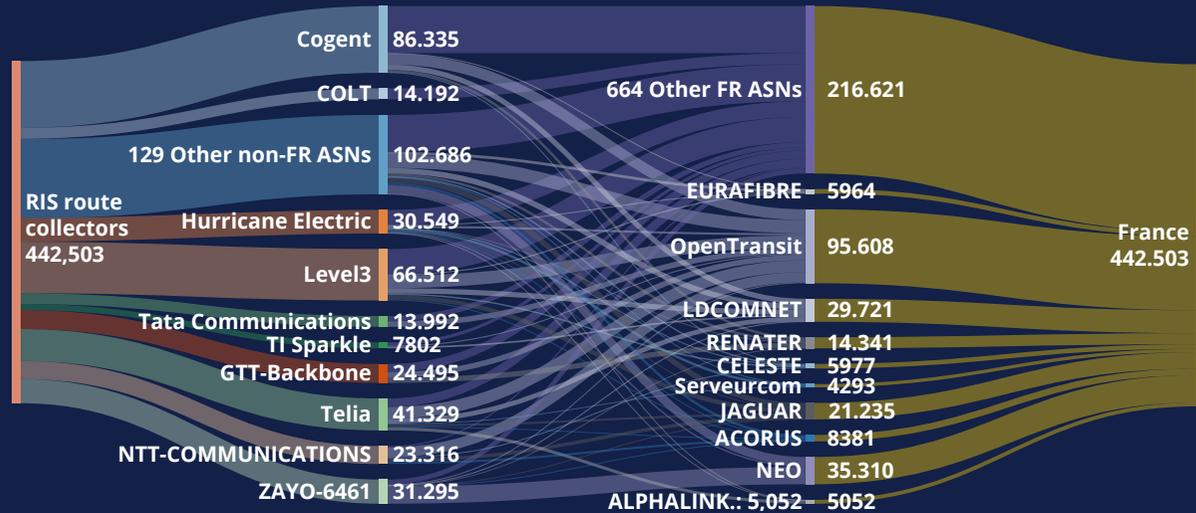
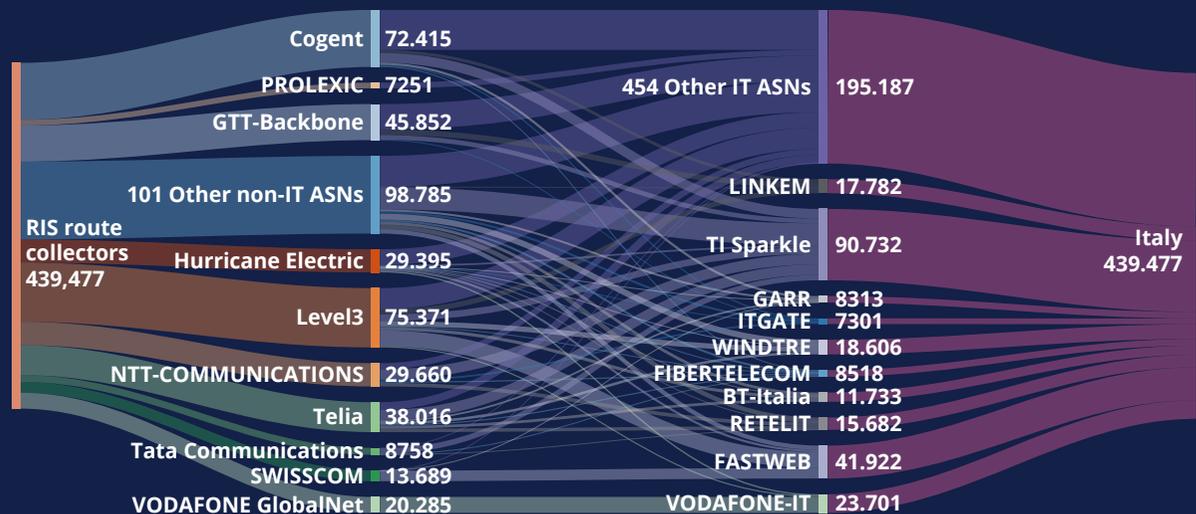


Figura 18:
Conectividad internacional en Italia



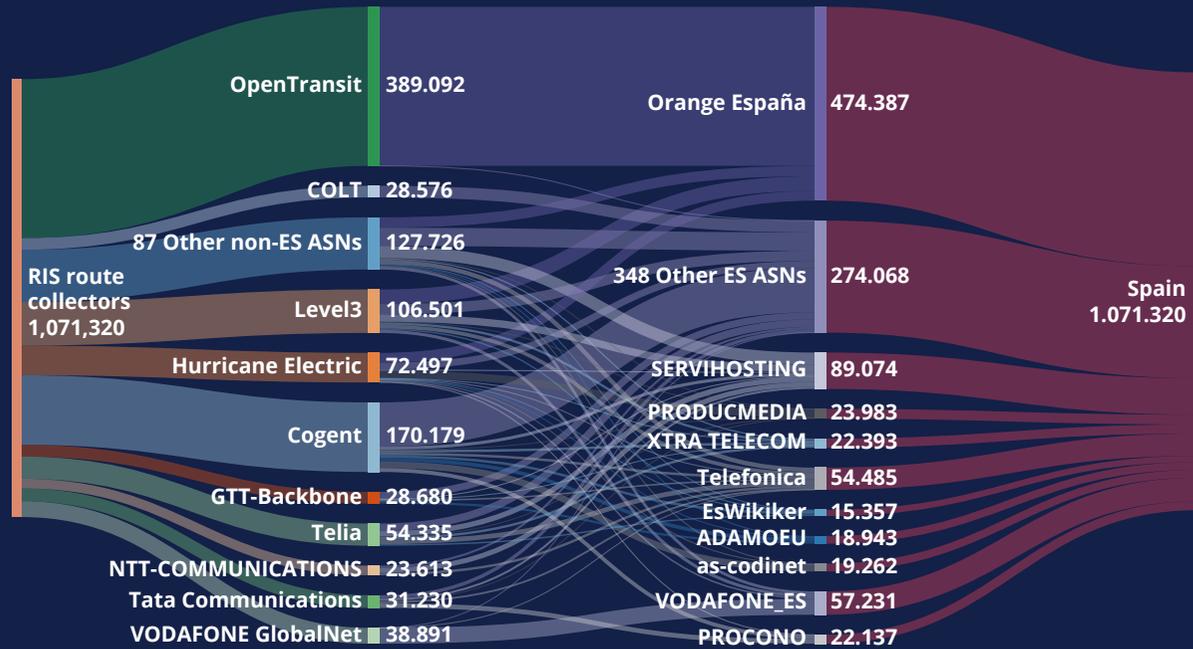
Conectividad internacional

Ampliando nuestra perspectiva, ahora pasaremos de la conectividad nacional a examinar cómo se conecta al resto del mundo la Europa mediterránea. Para investigarlo, recurrimos de nuevo al Routing Information Service (RIS, servicio de información de routing) de RIPE NCC. Examinamos las rutas recopiladas por RIS para redes IP en cada país e identificamos la última red extranjera y la primera nacional halladas en estas trayectorias. Esto nos ofrece una visión general de los operadores que ofrecen conectividad internacional a cada país.

En Francia, vemos OpenTransit, la red troncal internacional de Orange, en gran cantidad de las trayectorias que dan conexión a redes francesas. Sin embargo, también observamos cómo grandes empresas internacionales como Cogent, Level3, Telia y otras dan servicio directamente a cientos de otras redes francesas sin pasar por los proveedores ya establecidos o de un puñado de grandes proveedores nacionales. Esto es indicio de que el mercado es abierto y competitivo.

Italia presenta un patrón similar, con muchas redes distintas que reciben servicio de distintos proveedores del canal de subida y una selección diversificada de grandes proveedores del canal de subida que ofrecen servicio directamente a las redes domésticas italianas.

Figura 19:
Conectividad internacional en España



En España, la conectividad internacional está dominada por la conexión desde Orange España mediante OpenTransit (la red troncal de Orange). Sin embargo, aunque la relación entre ambas está clara, el tamaño relativo no es representativo de la cuota real de mercado. La representación sobredimensionada de la figura 19 se debe probablemente al anuncio de Orange España de su espacio de direcciones en fragmentos de menor tamaño, creando un mayor número de prefijos en la tabla de enrutamiento y, por tanto, más trayectorias, a pesar de que Telefónica mantenga un mayor espacio de direcciones IPv4 anunciadas que Orange España.

Figura 20:
Conectividad internacional en Portugal

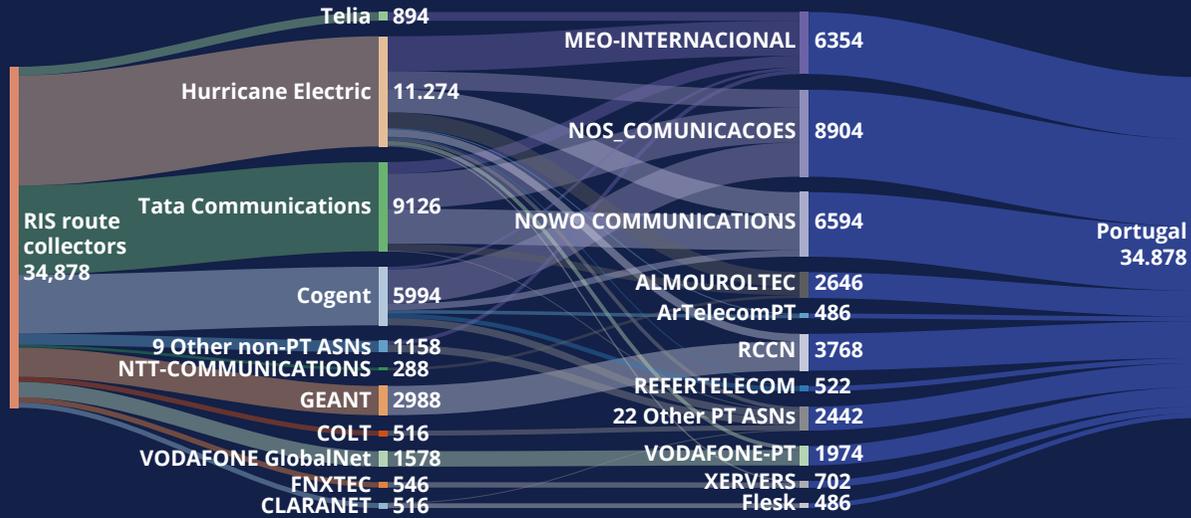
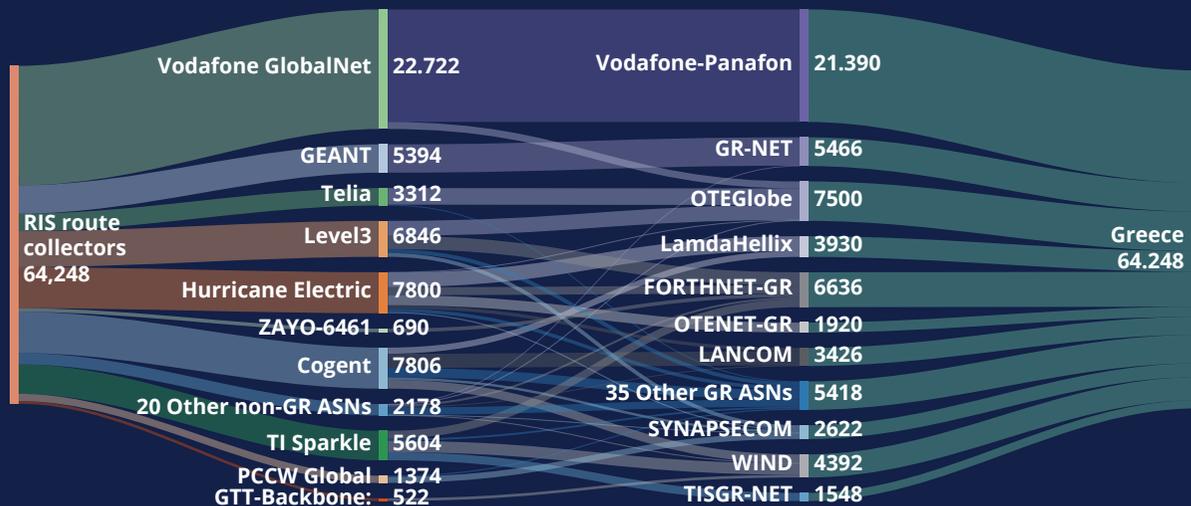


Figura 21:
Conectividad internacional en Grecia



En Portugal y Grecia, la situación es diferente. Según se ha indicado anteriormente, estos países están un orden de magnitud por debajo en cuanto al número de redes que los tres países más grandes. Como consecuencia, los principales proveedores de Portugal y Grecia juegan un papel en una fracción mucho mayor de las trayectorias de enrutamiento de entrada y salida del país. En Grecia, asistimos a otro caso en el que Vodafone-Panafon está excesivamente representada en términos de su cuota real de mercado, ya que simplemente tiene un mayor número de prefijos anunciados, a pesar de que OTE tenga mayor espacio total de direcciones. Aunque Vodafone GlobalNet es el único proveedor del canal de subida para Vodafone-Panafon, probablemente tenga distintos emparejamientos con otras grandes redes. Dependiendo de dónde tenga lugar la entrega del tráfico entre Vodafone "local" y "global" (es decir, a qué distancia de la red doméstica), esto puede mantener la resiliencia de las conexiones a Internet a nivel global.

Por norma general, cuanto mayor sea el número de trayectorias de ruta disponibles observadas hacia el interior y al exterior de un país, tanto mejor. Esto se debe a que depender de un pequeño número de proveedores nacionales dominantes para la gran mayoría de las conexiones de entrada y salida de un país crea potencial para cuellos de botella y puntos de fallo únicos, lo que tiene un impacto negativo en la estabilidad de Internet en ese país, independientemente de cuántas conexiones del canal de subida haya. En la Europa mediterránea, las visualizaciones de la conectividad internacional de los países ofrece una imagen positiva. En Francia, España e Italia vemos un nivel de diversidad especialmente grande en las conexiones internacionales. Aunque es ligeramente menos sólida en Portugal y Grecia, el entorno de interconexión sigue siendo relativamente desarrollado y diverso en estos dos países.

3. Sistema de nombres de dominio, trayectorias del tráfico y seguridad del enrutamiento

Alcanzando el Sistema de Nombres de Dominio (DNS)

Pasando ahora a investigar cómo se enruta el tráfico dentro de la región y hacia el interior y exterior, examinaremos en primer lugar qué instancias locales de K-root se consultan desde las solicitudes originadas en los distintos países.

K-root y DNS

K-root es uno de los 13 servidores de nombres raíz de todo el mundo, que forman el núcleo del sistema de nombres de dominio (DNS), que traduce direcciones URL comprensibles por personas (como <https://www.ripe.net>) a direcciones IP. RIPE NCC opera el servidor de nombres K-root. Una constelación de estos servidores de nombres raíz distribuida globalmente se compone de “instancias” locales que son réplicas exactas. Esta configuración aumenta la resiliencia y lleva a tiempos de respuesta más rápidos para los clientes DNS y, en último término, para los usuarios finales.

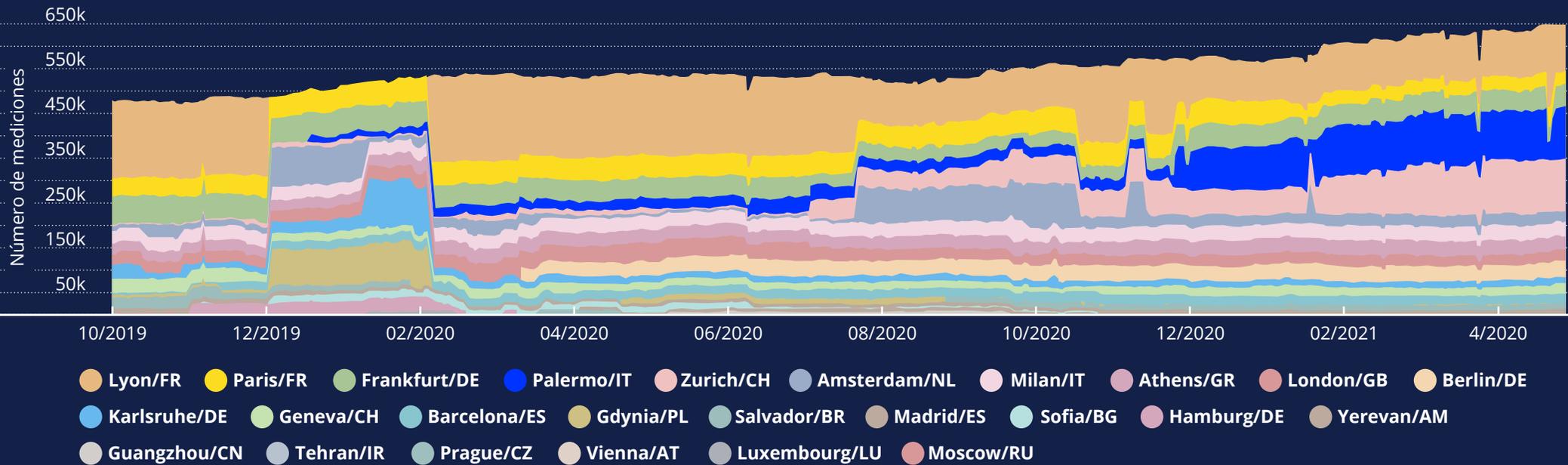
Estas mediciones se basan en la plataforma de medición RIPE Atlas de RIPE NCC, que utiliza una red global de sondas para medir la conectividad y facilidad de acceso a Internet (consulte la sección sobre RIPE Atlas al final del informe para obtener más información sobre cómo participar). K-root es solo uno de los 13 servidores de nombres raíz del mundo, y cada cliente del sistema de nombres de dominio (DNS) tomará sus propias decisiones sobre qué servidor de nombres raíz utilizar. En los casos en los que los tiempos de respuesta a K-root fueran a ser relativamente lentos, es muy probable que los clientes opten por alternativas más rápidas entre los otros servidores de nombres raíz.

Aún así, confinar nuestras mediciones para examinar solo K-root y las opciones que toman los diferentes sondeos de RIPE Atlas en la región sobre qué instancia de K-root consultar ofrece información sobre la forma en que el sistema de enrutamiento considera las distintas opciones y decide qué redes y ubicaciones ofrecerán los mejores resultados.

Border Gateway Protocol y Anycast

El servidor de nombres K-root, como otros muchos servidores DNS, utiliza una técnica denominada anycast por la cual cada instancia individual de K-root se conecta independientemente a Internet mediante un Internet exchange point o cualquier número de redes de subida disponibles en su ubicación. Cada instancia se comunica mediante el Border Gateway Protocol (BGP), diseñado para seleccionar la mejor trayectoria entre todas las opciones disponibles. Inicialmente, el criterio más importante es la longitud de la trayectoria, y el sistema elegirá la que tenga un menor número de redes intermedias. Sin embargo, los operadores de red pueden invalidar el proceso de toma de decisiones del BGP, generalmente por motivos de coste o propiedad. No es infrecuente que las redes prefieran rutas que pueden ser más largas pero resultan menos costosas debido a los acuerdos de intercambio de tráfico a través de un Internet exchange point o una empresa matriz.

Figura 22:
Ubicaciones K-root utilizadas desde Europa mediterránea (IPv4)

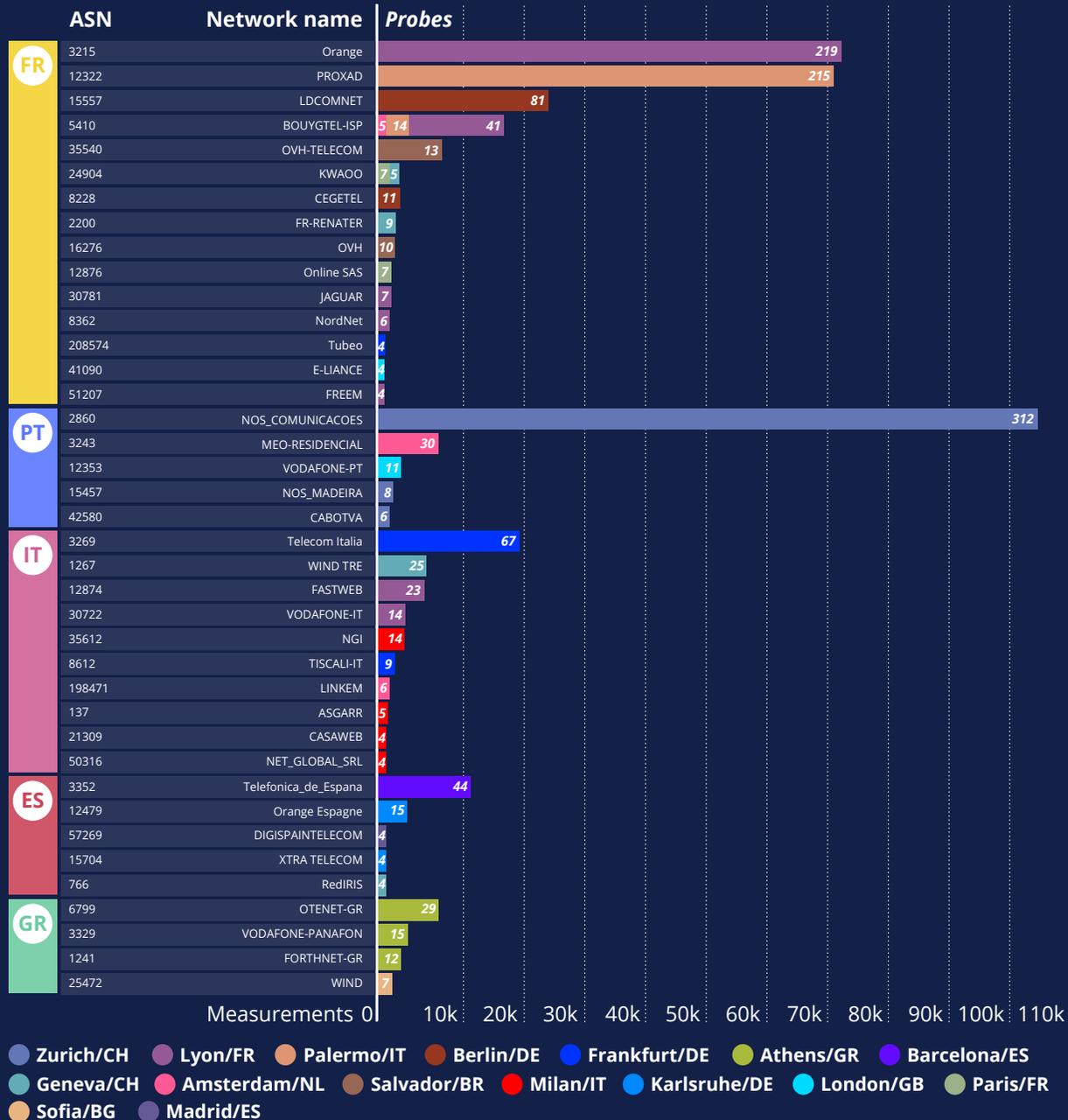


Hay ocho instancias de K-root alojadas en esta región, en Madrid, Barcelona, Lyon, París, Prato (muy cerca de Florencia), Milán, Palermo y Atenas. La figura 22 muestra qué instancias de K-root a las que llegaron las sondas de RIPE Atlas en los cinco países de la Europa mediterránea entre octubre de 2019 y mayo de 2021. De las 10 instancias más utilizadas, la mitad se encontraban en la región, y la otra mitad estaban situadas algo más lejos pero dentro de Europa, como Fráncfort, Ámsterdam, Londres, Zúrich y Berlín. Observamos que siete de las ocho instancias de K-root en la región se utilizaron de forma general, con la excepción de la instancia de Prato en Italia. Una pequeña cantidad de consultas llegaron a instancias de K-root tan lejanas como Brasil, Armenia, China e Irán, todas las cuales son opciones subóptimas con tiempos de respuesta más prolongados.

La figura 22 también destaca hasta qué punto es dinámico el sistema de nombres de dominio, ya que observamos varios cambios que se han producido. Desde comienzos de diciembre de 2019 hasta comienzos de febrero de 2020, la instancia de K-root en Lyon quedó fuera de servicio debido a la reenumeración de su red. Gracias al uso de Anycast, esto no tuvo impacto en el rendimiento del servicio de nombres raíz, ya que el Border Gateway Protocol encontró automáticamente alternativas disponibles en Ámsterdam, Karlsruhe y Gdynia, todas ellas lo suficientemente cercanas como para mantener tiempos ideales de respuesta de ida y vuelta. Una vez finalizados los trabajos en la red host de Lyon, la instancia de K-root alojada en ella quedó habilitada de nuevo y se retomaron automáticamente las consultas de DNS. Este tipo de eventos ilustra la resiliencia y flexibilidad del sistema de servidores raíz.

También examinamos qué instancias de K-root eran consultadas por sondas de RIPE Atlas en los distintos países un mismo día. En Portugal, que no aloja una instancia de K-root, observamos que la mayoría de las sondas llegaban a la instancia de Zúrich, mientras que otros iban a Ámsterdam, Londres y Ginebra. La mayoría de las sondas en España alcanzaron las instancias de Barcelona o Madrid, con un número más reducido en Karlsruhe (Alemania). En Francia observamos más sondas a la instancia K-root de Lyon que a ninguna otra; sin embargo es interesante destacar que llegaron muchas más sondas a la instancia de Palermo que a la situada en París. Aproximadamente la mitad de las sondas en Italia llegaron a instancias en Milán o Palermo, pero la mayoría de los restantes se enviaron a Fráncfort y un porcentaje menor a Ginebra o Ámsterdam. Por último, observamos la mejor optimización en Grecia,

Figura 23:
Ubicaciones K-root utilizadas desde distintas redes en Europa mediterránea (IPv4)



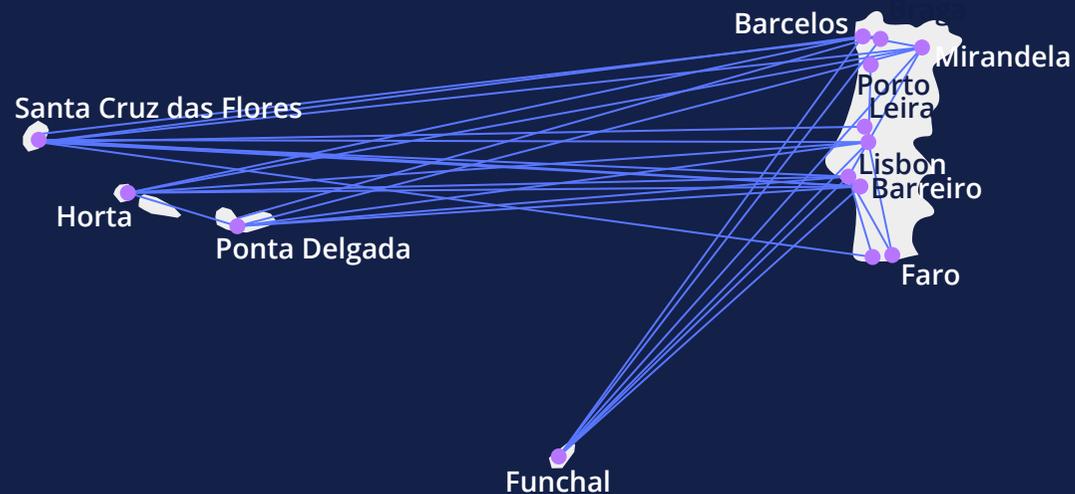
donde la gran mayoría de las sondas llegaron a la instancia de K-root de Atenas. En términos generales, los tiempos de ida y vuelta en la región fueron razonables, con algunas excepciones en sondas en Francia que alcanzaron una instancia en Salvador (Brasil) con tiempos de respuesta más prolongados, y el caso de una sonda en España que tardó un tiempo extremadamente largo en llegar a una instancia en Madrid, tal vez a causa de una congestión de la red o enrutamiento subóptimo, aunque desconocemos el motivo exacto.

También podemos examinar qué instancias de K-root son consultadas por sondas en distintas redes en lugar de en distintos países. Como tenemos sondas de RIPE Atlas en cientos de redes de esta región, un gráfico que incluyera todas las redes resultaría ilegible; como compromiso, incluimos redes que tengan al menos cuatro sondas activas.

Tradicionalmente, el proceso de toma de decisiones de BGP debería garantizar que una vez se identificase una trayectoria concreta como mejor opción, se aplicase de forma habitual en todos los routers que formen parte de esa red concreta. De hecho, esto es en gran medida lo que observamos en la figura 23, en la que todas las sondas de casi todas las redes terminan por consultar la misma instancia de K-root. Sin embargo, hay bastantes casos de redes que favorecen una instancia de K-root más alejada que la más cercana geográficamente, como NOS Comunicações en Portugal, que da prioridad a la instancia de K-root de Zúrich en lugar de las de Madrid o Barcelona. En la mayoría de los casos, esto se debe a los acuerdos de intercambio de tráfico u otras relaciones que existan entre las redes, con inclusión de sus proveedores del canal de subida. Por ejemplo, vemos que la red de OVH Télécom llega a una instancia de K-root en Salvador (Brasil), donde tiene presencia OVH. Una vez más, observamos que Grecia está especialmente optimizada, con todas las sondas llegando a una instancia de K-root en Atenas o en la cercana Sofía.

Merece la pena destacar que la trayectoria más corta (desde la perspectiva del enrutamiento) para una red en la Europa mediterránea a un servidor de nombres raíz puede perfectamente

Figura 24:
Trayectorias entre origen y destino en Portugal (IPv4)



ser a través de Fráncfort o Zúrich si la red se conecta a alguno de los IXP en esas ubicaciones. Las operadoras de menor tamaño suelen tener menos control de su enrutamiento y se ven más afectadas por las políticas de enrutamiento de sus proveedores del canal de subida, salvo que establezcan sus propios acuerdos de intercambio de tráfico y tomen sus propias decisiones individuales de enrutamiento. En su mayor parte, las distancias adicionales que observamos aquí no influyen significativamente en los tiempos de respuesta, pero por norma general se prefiere hacer uso de IXP locales. También hemos de recordar que estos resultados se refieren solo a K-root, y que los clientes DNS de la región probablemente lleguen a otros servidores de nombres raíz que puedan proporcionar mejores tiempos de respuesta.

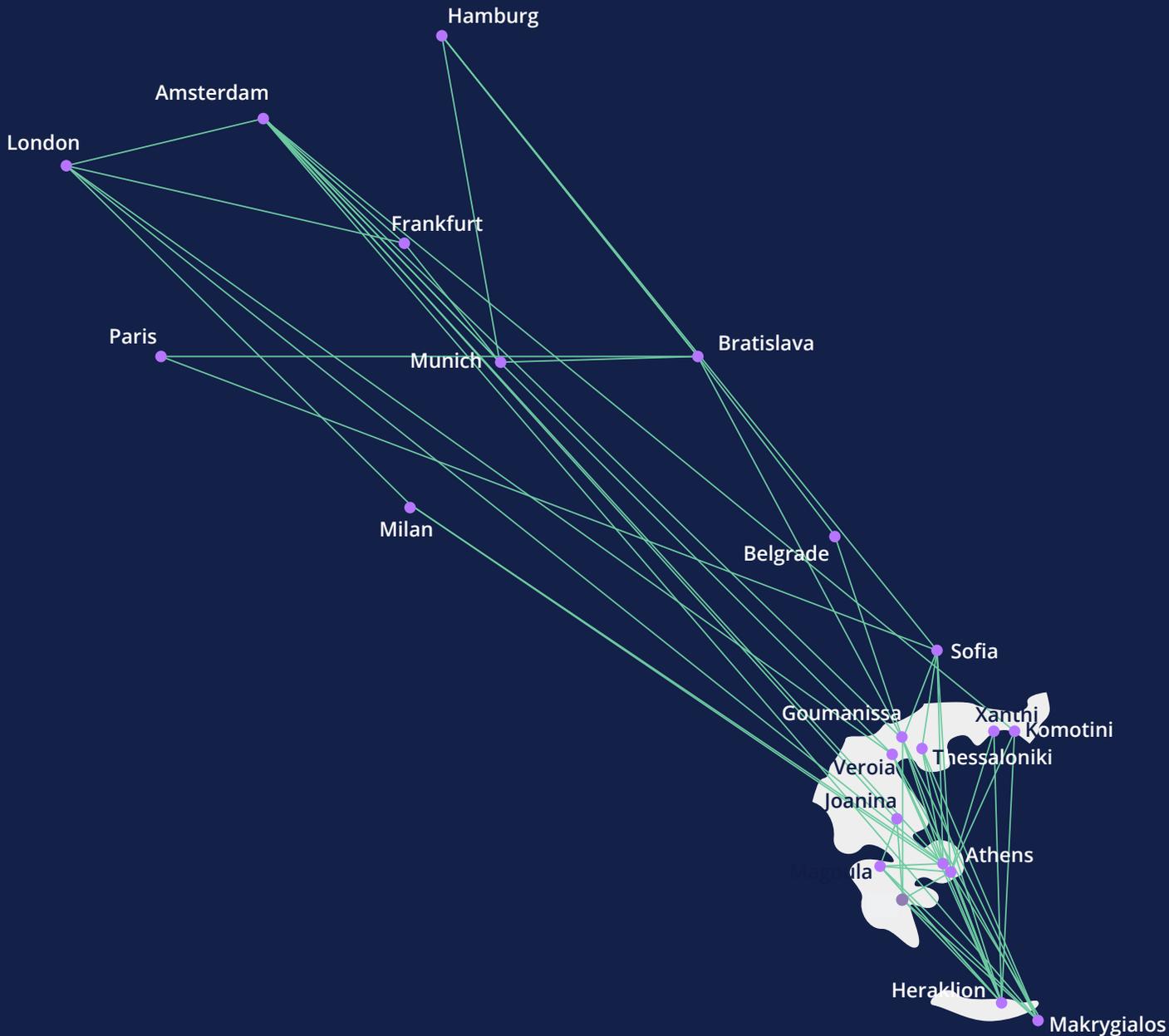
Igualmente, hemos de destacar que, aunque estos resultados se consideran representativos en términos generales, solo ofrecen una instantánea de las mediciones realizadas en un solo día de mayo de 2021. Dada la naturaleza dinámica de BGP, los resultados pueden cambiar constantemente a causa de pequeños cambios en el enrutamiento.

Intercambio de tráfico regional

Utilizando de nuevo datos de la red de medición RIPE Atlas, podemos investigar cómo algunas de las redes de los cinco países intercambian tráfico entre sí y obtener indicios de dónde se realizan estos intercambios. Para este experimento, ejecutamos traceroutes desde cada sonda de RIPE Atlas a todas las demás sondas del país, para cada uno de los cinco países. Estas mediciones revelan las direcciones IP de los routers implicados, por lo que utilizamos RIPE IPmap para localizar geográficamente estos recursos de red. Esto ofrece información sobre las trayectorias disponibles al tráfico, aunque no mide el tráfico directamente.

El enrutamiento de paquetes hasta un punto de intercambio muy lejano para que inmediatamente vuelvan a un destino cercano al punto de origen se denomina “tromboning”. Cuanto más lejos alcance la trayectoria entre el origen y el destino, menos eficiente será. Además, estos desvíos suelen aumentar

Figura 25:
Trayectorias entre origen y destino en Grecia (IPv4)



los costes para el operador de la red y, sobre todo, la distancia adicional recorrida aumenta innecesariamente el riesgo de interrupciones. También crea dependencias adicionales de los proveedores externos, lo que podría conllevar problemas con los reguladores.

En los cinco países observamos que la mayoría de las trayectorias se mantienen dentro del territorio del país y es visible el papel de los IXP locales. En Portugal no se detectaron ubicaciones extranjeras. En los restantes países, un subconjunto de las trayectorias se desvían a ubicaciones fuera del país antes de regresar a su destino dentro del país. Fráncfort, Ámsterdam y Londres alojan importantes IXP y son opciones lógicas para el intercambio de tráfico, aunque no sean necesariamente las mejores desde el punto de vista del rendimiento. Esto es especialmente cierto para distancias más largas, como sucede con el tráfico local de Grecia, que se intercambia en ubicaciones alejadas, en lugar de recurrir más a GR-IX, el punto de intercambio de Internet de Grecia.

En Francia, la situación es aún más extremada. Aunque París y Marsella, que alojan importantes IXP, son puntos de intercambio muy utilizados, algunas de las trayectorias que observamos son claramente subóptimas, llegando hasta San Francisco por el oeste y Kiev y Moscú por el este. Esto supone un significativo aumento de los tiempos de ida y vuelta, aunque su importancia para los usuarios de Internet en Francia dependa de la cantidad de tráfico que fluya por estas trayectorias, que es algo que no podemos medir: en su lugar, solo podemos descubrir qué ruta utilizaría el tráfico si un dispositivo de una red desease llegar a un dispositivo en otra red dentro del país.

Figura 26:
Trayectorias entre origen y destino en Francia (IPv4)

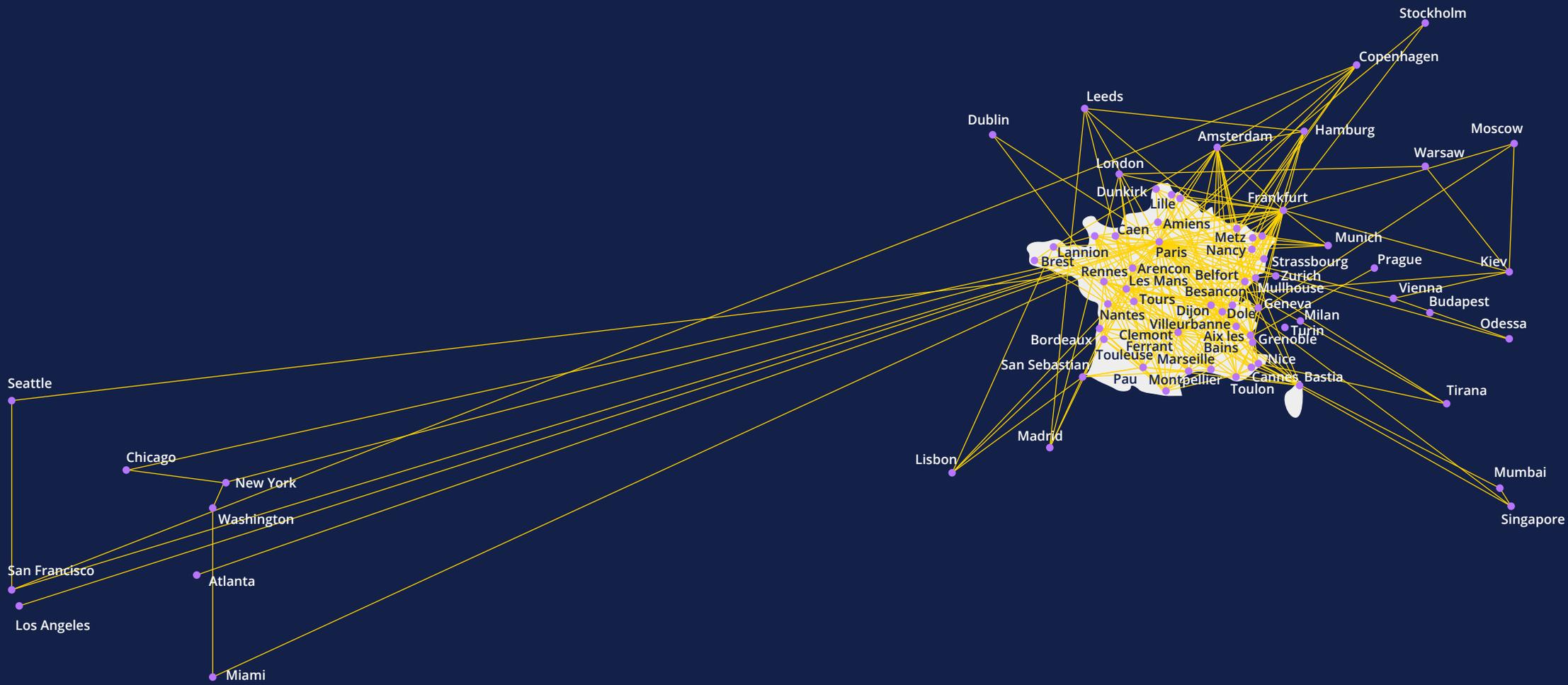


Figura 27:
Trayectorias entre origen y destino en España (IPv4)

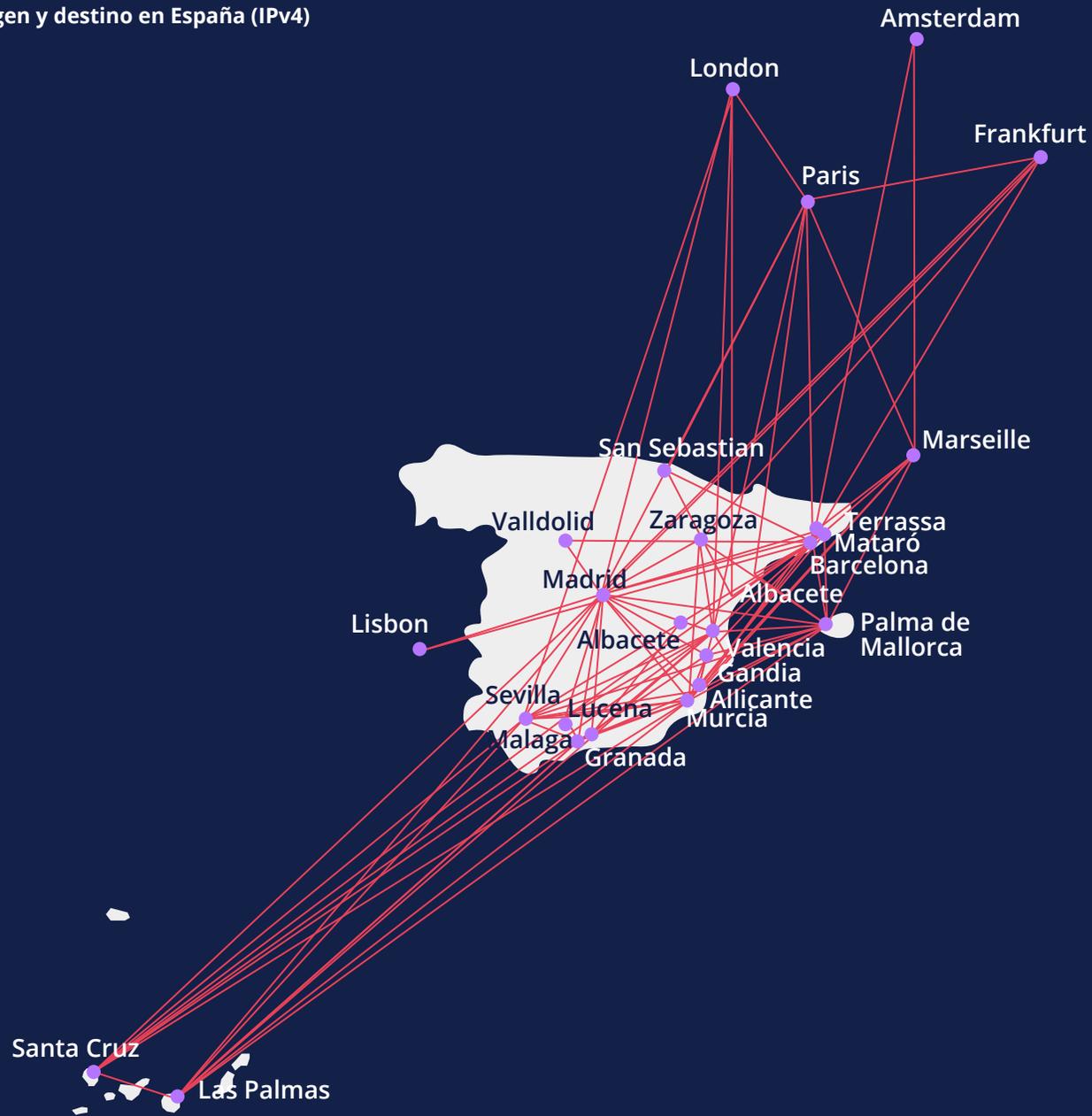
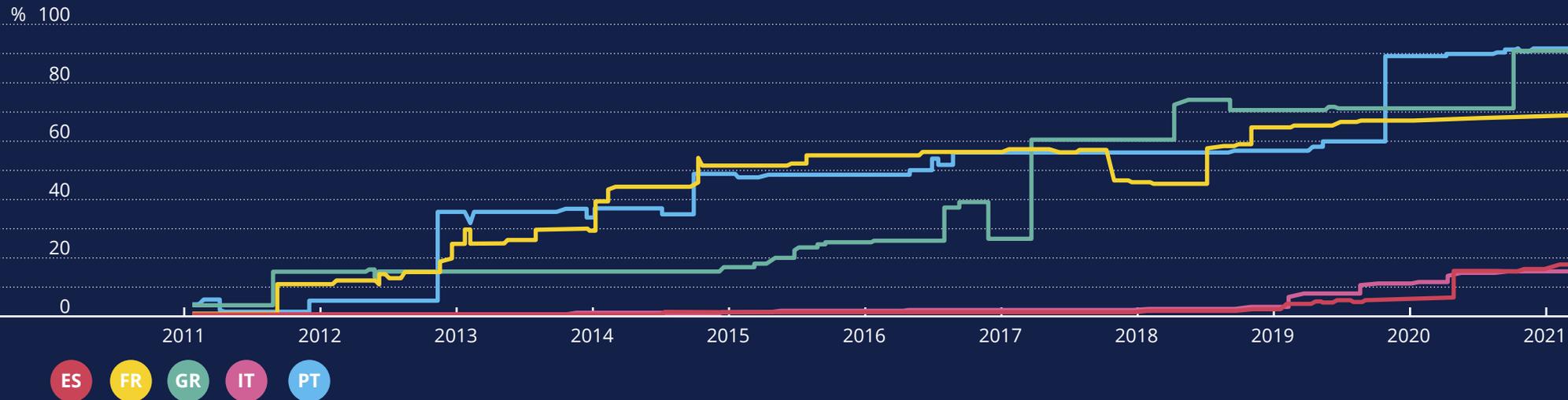


Figura 29:
Espacio de direcciones IPv4 cubierto por RPKI



Seguridad del enrutamiento

Más allá de examinar las distintas rutas disponibles para el tráfico con origen en la región, también podemos investigar la seguridad del enrutamiento en los cinco países observando con qué nivel de eficacia está protegido el espacio de direcciones IP por Resource Public Key Infrastructure (RPKI, infraestructura de claves públicas de recursos), un marco de seguridad que ayuda a los operadores de red a adoptar decisiones de enrutamiento más seguras.

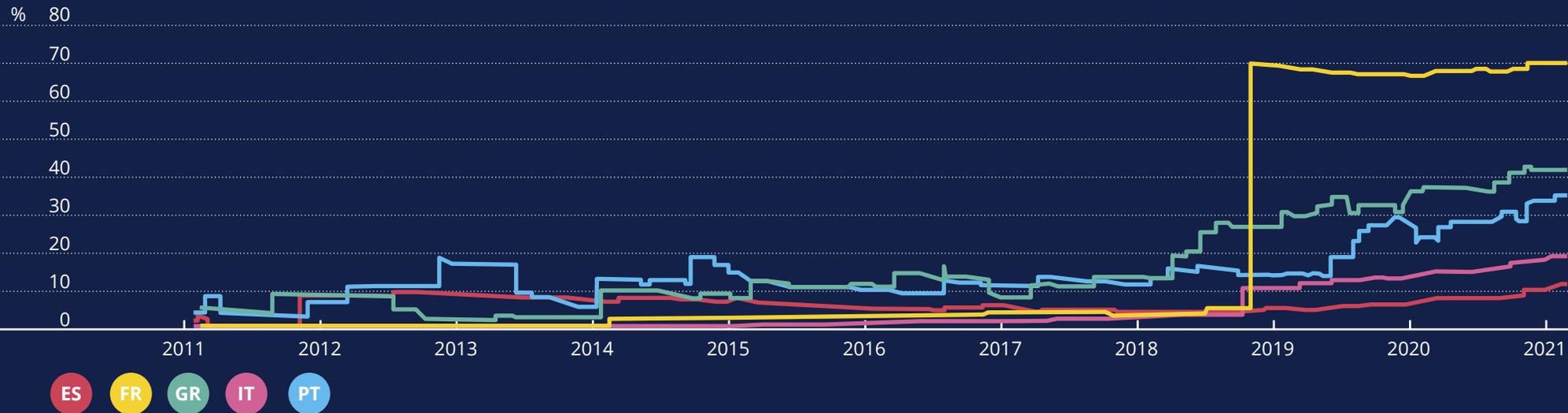
RPKI utiliza unos certificados digitales denominados ROA (Route Origin Authorisations, autorizaciones de origen de ruta) para demostrar el derecho del titular de un recurso a anunciar prefijos IP (es decir, certificar que los recursos han sido asignados por un Regional Internet Registry

al titular del recurso). Esto contribuye a evitar el error de enrutamiento más habitual en Internet: el anuncio accidental de un prefijo IP por parte de alguien que no es el titular legítimo de ese espacio de direcciones. Utilizando la herramienta RIPEstat de RIPE NCC, que proporciona toda la información disponible sobre un espacio de direcciones IP, ASN e información relacionada para nombres de servidores y países, podemos ver qué porcentaje del espacio de direcciones IPv4 de un país está cubierto por ROA.

En Portugal y Grecia, más del 90% del espacio de direcciones IPv4 registrado a organizaciones de estos países está cubierto por ROA. Al menos en el caso de Grecia, sabemos que GR-IX anima vivamente a sus miembros a adoptar RPKI y que la mayoría de los proveedores del país, incluso los más pequeños, están presentes en el IXP, lo que podría

contribuir a explicar la elevada tasa de adopción que observamos en este país. El gráfico indica varios fuertes aumentos para todos los países, lo que sucede cuando un único gran proveedor adopta RPKI y crea distintas ROA para su espacio de direcciones. El más reciente ejemplo es Vodafone-Panafon en Grecia al crear ROA, lo que hizo que el porcentaje se disparase hasta más del 90%.

Figura 30:
Espacio de direcciones IPv6 cubierto por RPKI



Con el espacio de direcciones IPv6, los porcentajes cubiertos por ROA son notablemente inferiores. Francia es la única excepción, con una cobertura de alrededor del 70%: esto se ha debido en gran medida a que un mismo proveedor, Orange, ha creado una ROA para su asignación de gran tamaño /19 del espacio de direcciones IPv6.

Gobiernos, reguladores, IXP y grandes proveedores de servicio pueden contribuir a animar a los agentes de menor tamaño a certificar sus recursos recursos de números de Internet. También pueden fomentar mejores prácticas operativas en torno a la seguridad del enrutamiento en general para proteger Internet mejor y reducir la oportunidad de que agentes malintencionados secuestren recursos o ataquen el sistema de enrutamiento.

Conclusión

La Europa mediterránea tiene un largo historial de desarrollo de Internet que se refleja en los actuales mercados de la región, abiertos y competitivos, una sofisticada infraestructura, comunidades técnicas con gran preparación y unas elevadas tasas de penetración. Tanto las empresas como los ciudadanos tienen acceso a gran diversidad de servicios digitales y conectividad de banda ancha y móvil a precios razonablemente económicos ofrecidos por distintos proveedores, grandes y pequeños. El tráfico es fluido entre proveedores y a través de múltiples puntos de intercambio, consecuencia de la colaboración entre reguladores y operadores que priorizan las infraestructuras compartidas y el acceso abierto.

Las redes nacionales de cada uno de los cinco países están muy interconectadas y ofrecen un adecuado nivel de resiliencia y redundancia. De forma similar, cada país está conectado al resto de Internet mediante un elevado número de distintas trayectorias hacia fuera y hacia dentro del país, lo que contribuye a la estabilidad y reduce el potencial de interrupciones y caídas.

El enrutamiento está optimizado en términos generales para ofrecer reducidos tiempos de respuesta, aunque hay algunos casos en los que parecen preferirse puntos de intercambio más lejanos a las opciones en el país, lo que aumenta innecesariamente los costes, las dependencias del extranjero y el riesgo de interrupción.

Los países de Europa mediterránea disfrutaban de elevadas tasas de penetración de Internet y cantidades de espacio de direcciones IPv4. Sin embargo, será fundamental continuar el desarrollo de IPv6 para conectar los millones de domicilios que aún no están conectados, dentro de los

objetivos de conectividad de la UE para 2025 y en el futuro. También será necesario para apoyar la implementación de 5G y el desarrollo del IoT y otras tecnologías emergentes.

Merece la pena destacar que todas las observaciones de este informe se basan en rutas activas, y no nos es posible saber qué mundo "oculto" de infraestructura redundante existe para hacerse cargo en caso de interrupción. Cualquier nivel de redundancia que exista proporcionaría aún más resiliencia al sistema.



Acerca de RIPE NCC

RIPE NCC actúa como Regional Internet Registry para Europa, Oriente Medio y partes de Asia central. Como tal, asignamos y registramos bloques de recursos numéricos de Internet a proveedores de servicio de Internet (ISP) y otras organizaciones.

RIPE NCC es una organización sin ánimo de lucro que apoya a comunidad abierta de RIPE y el desarrollo de Internet en general.

Fuentes de datos

La información presentada en este informe y el análisis realizado provienen principalmente de varios recursos:

Registro RIPE

Es el registro de todos los recursos numéricos de Internet (direcciones IP y números AS) y de los titulares de los recursos registrados por RIPE NCC. El registro público de esta información está contenido en la RIPE Database, accesible en <https://www.ripe.net>

RIPE Atlas

RIPE Atlas es la principal plataforma de medición de Internet de RIPE NCC. Es una red global de miles de sondas que miden activamente la conectividad en Internet. Estos datos están disponibles para el público en general mediante mapas de tráfico de Internet, visualizaciones de datos de streaming y una API. Los usuarios de RIPE Atlas también pueden realizar mediciones personalizadas para obtener valiosa información sobre sus propias redes. <https://atlas.ripe.net>

Servicio de información sobre enrutamiento (RIS)

El Routing Information Service (RIS) recoge y almacena desde 2001 datos de enrutamiento en Internet desde distintas ubicaciones en todo el mundo.

<https://www.ripe.net/ris>

Los datos obtenidos mediante RIPE Atlas y RIS son la base de muchas de las herramientas que ofrecemos. Continuamente buscamos formas de conectar más sondas RIPE Atlas y encontrar operadores de red dispuestos a alojar recolectores de RIS. Consulte RIPE Atlas y los sitios web de RIS para obtener más información.

Otras herramientas y servicios de RIPE NCC

- t RIPEstat: <https://stat.ripe.net/>
- t RIPE IPmap: <https://ipmap.ripe.net/>
- t K-root: <https://www.ripe.net/analyse/dns/k-root>

Fuentes externas de datos

Queremos agradecer a Michalis Oikonomakos, director de GR-IX y miembro del consejo de dirección de Euro-IX y GRNOG, por ofrecer información general sobre el panorama de Internet en Grecia incluida en este informe.