

El impacto de la agenda digital en la España Rural

PRIMERA PROMOCIÓN
DBA IN MANAGEMENT
AND TECHNOLOGY

TESIS DOCTORAL
José Antonio López Muñoz



C. Muñoz

2022

El impacto de la agenda digital en la España Rural

PRIMERA PROMOCIÓN
DBA IN MANAGEMENT
AND TECHNOLOGY

2021

TESIS DOCTORAL

José Antonio López Muñoz

TESIS DIRIGIDA POR

Alberto Andreu Pinillos



Índice

Agradecimientos	6
Prólogo	10
Introducción	14
Capítulo 1. Datos básicos de la investigación	16
1.1 De cómo dos crisis originaron esta investigación	17
1.2 Objetivos de esta tesis, preguntas de investigación e hipótesis de partida	24
1.3 Metodología de investigación	28
Capítulo 2. Marco teórico	36
2.1 La España vacía	37
2.2 Apoyos estatales al impulso de la Agenda Digital para España	47
2.3 Tecnologías aplicadas en la Agenda Digital para España	57
2.4 Resultado obtenido	66
Capítulo 3. Resultados de la primera pregunta de investigación	80
3.1 Impacto socioeconómico de la Agenda Digital para España en el Entorno Rural	81
Capítulo 4. Resultados de la segunda pregunta de investigación	96
4.1 Impacto en los Servicios de Operadores de Telecomunicaciones	97
Capítulo 5. Resultados de la tercera pregunta de investigación	114
5.1 Análisis durante el Confinamiento comparativo entre Entidades Singulares de Población con 30 Mbps y con 100 Mbps	115

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones	134
6.1 Conclusiones	135
6.2 Líneas de investigación sugeridas	141
6.3 Recomendaciones	144
Anexos	
Anexo I. Referencias	154
Anexo II. Acrónimos	170
Anexo III. Referencias web	174
Anexo IV. Índice de figuras	188
Anexo V. Índice de tablas	194
Anexo VI. Metodología de investigación preguntas 1 y 2	198
Anexo VII. Metodología de investigación pregunta 3	260

Agradecimientos

“DE GENTE BIEN NACIDA ES AGRADECER LOS BENEFICIOS QUE SE RECIBE.”

Miguel de Cervantes

Esta investigación ha supuesto un trabajo y esfuerzo que nunca imaginé cuando empecé a visualizar la idea de prepararla. Y sin la ayuda, ánimo y apoyo de mucha gente hubiera sido imposible su finalización.

Por ello quiero empezar precisamente por ahí, por agradecer a los que han conseguido que fuera posible.

Todo empezó con la institución, la Universidad Pontificia de Comillas ICAI-ICADE. Fue María Teresa Corzo quién me descubrió el programa y animó a que me inscribiese en el mismo. Fue Carlos Bellón quien nos capitaneó y guio para abordarlo con éxito y han sido mis compañeros de la primera promoción *DBA (Doctor in Business Administration) in Management and Technology* la mejor tripulación, a quienes ni el miedo a lo desconocido, ni el frenético esfuerzo, ni un imprevisto como la pandemia, quebró un ápice su compañerismo, generosidad y determinación por concluirlo.

Seguiré con el equipo de trabajo para la tesis. Alberto Andreu, mi director, que me ha guiado encontrando siempre el equilibrio sutil entre consejo y exigencia sin quebrar nunca la línea del desánimo. Y qué decir de mis dos compañeros de camino: Antonio Sánchez, una de las eminencias nacionales en estadística, que incansablemente me ha guiado en cuáles eran los modelos que obtendrían los mejores resultados de los datos recopilados y Virginia Hernández, nuestra brillante Ingeniera Industrial con una extraordinaria carrera por delante, que incansablemente ha ayudado en la consecución y ordenación de datos. Sin su gran ayuda no existirá esta tesis. La mejor combinación es la de un buen contenido con un gran formato, mi reconocimiento a Cristina Graell y María Isabel Pérez Rufí por su contribución en este aspecto.

Siento admiración y devoción por uno de los líderes que más está haciendo por la digitalización de este país, Jose María Álvarez-Pallete, quien amablemente me honra con el prólogo de esta tesis. Su liderazgo en el papel de Telefónica para hacer llegar la conectividad a la España rural será recordado en décadas venideras.

Llega el turno de Ericsson y en particular de Arun Bansal, quien ha sido mi *manager* y mentor, quien me apoyó y facilitó la dedicación necesaria para abordar este proyecto, a él y a todos mis compañeros del *leadership* team de Ericsson en Iberia, mi profundo agradecimiento.

También a mi empresa actual, Lyntia, con el apoyo de su presidente Eduardo Taulet y de todos mis queridos compañeros.

El conseguir datos únicos y de calidad, es uno de los pilares fundamentales de esta investigación y esto ha sido posible gracias a los grandes operadores que te-

nemos en España, Telefónica, Orange, Vodafone y Masmovil. Pero las compañías son lo que son gracias a las personas y han sido sus líderes los que han conseguido que esta investigación fuera posible, esos fantásticos amigos, que me han facilitado todo lo precisé en cada momento: Emilio Gayo, Enrique Blanco, Oscar Candiles, Joaquín Mata, Alberto Moreno, Meinrad Spenger, Antonio Coimbra, Colman Deegan, Andrés Vicente, Jean-François Fallacher y Diego Martínez. Gracias a todos ellos.

También en este apartado merece especial mención la vicepresidenta primera y ministra de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Nadia Calviño por su incansable apoyo al sector y a esta iniciativa. Dentro de su equipo destacar a la Secretaría de Estado, con Roberto Sánchez a la cabeza y sus colaboradores, que en todo momento me han dado soporte, en particular Pedro Alonso.

Continúo con mi familia. Mis padres Isacio y Constanza, quienes me inculcaron la cultura del esfuerzo y sacrificio. Gracias mamá, por haberme pintando el cuadro que representa a esa España y que con orgullo ocupa la portada de este estudio. Mis hermanos Tere, Ana y Fernando, con sus respectivas familias, me han dado siempre el cariño, ejemplo a seguir y el apoyo constante.

Y por último Marta, Carlota, Pablo y Martina, mis queridos mujer e hijos. Ellos han sido la fuerza en mis momentos de flaqueza, la paciencia en mis momentos de tensión, la exigencia en mis momentos de pereza, la generosidad en mis momentos de dedicación. Gracias, os quiero.

Prólogo

El impacto de la Agenda Digital en la España Rural

TESIS DE JOSÉ ANTONIO LÓPEZ MUÑOZ

PRÓLOGO POR JOSÉ MARÍA ÁLVAREZ-PALLETE

En 2020 el mundo se reinició sin vuelta atrás. Desapareció la frontera entre la vida digital y la analógica porque sólo hay una vida, y perdimos el miedo a vivirla en el universo digital. Ya no nos asusta el teletrabajo, el colegio desde casa o las videoconsultas médicas, porque funcionan.

La conectividad se ha convertido en protagonista en nuestras vidas, en una necesidad básica. Sobre ella se impulsa esta explosión imparable de la digitalización que es sinónimo de crecimiento, empleo de calidad, sostenibilidad e inclusión.

Pero esta gran oportunidad de recuperación y progreso no llega exenta de retos. Probablemente el mayor al que nos enfrentamos es el de la desigualdad de oportunidades. Como sociedad, tenemos que ser conscientes de las dificultades a las que se enfrenta un niño que sólo tiene el móvil antiguo de su madre para hacer los deberes frente a otro que dispone de un ordenador y conectividad de alta velocidad. En un mundo que es ya digital, el primero de estos niños está prácticamente sin escolarizar por comparación con el segundo. La brecha digital puede llegar a convertirse en una brecha educativa con la pérdida de oportunidades que ello supone.

En el ámbito empresarial ocurre lo mismo. La vida media de las empresas del S&P 500 en el período 1960-70 en Estados Unidos era de 60 años y hoy es de apenas 15. La disrupción es de tal calibre y la tecnología irrumpe en los procesos y en los modelos de negocio con tanta fuerza que las empresas que no se adaptan dejarán de ser viables. Las grandes no hemos tenido más opción que la de transformarnos porque competimos a nivel global. Pero para digitalizar España es especialmente importante llegar a la pequeña y mediana empresa. Porque las PYMEs representan el 99% del tejido empresarial, el 70% del empleo y el 60% del PIB en nuestro país.

Esta revolución tecnológica es la primera que llega a una España en situación de liderazgo. Nuestro país lleva muchos años a la cabeza, con la mayor red de fibra de Europa y la tercera de la OCDE. Tenemos más fibra desplegada que en la suma de Reino Unido, Alemania e Italia juntas.

Contamos con unas magníficas infraestructuras digitales, con más del 85% de cobertura de fibra y un 80% en 5G. Esto es como si en la Revolución Industrial, España hubiera tenido más del 80% del territorio cubierto con ferrocarriles, llegando a la puerta de cada casa.

Hay más fibra en la España rural que en la Europa urbana. Hay más fibra en Ávila, Cuenca, Orense, Zamora o Gerona que en Londres, Milán o Frankfurt. Pero todavía nos queda el reto de llegar a todo el país con conectividad de alta velocidad.

Sin duda la colaboración público-privada es esencial en este sentido. Si lo miramos con perspectiva y lo comparamos con las autovías, éstas cambiaron la fisonomía y la realidad de nuestro país. Como en ese caso, no se puede medir el retorno a 3-10 años vista, sino que hay que tener una visión de futuro a 20-30 años vista. Se trata de invertir en infraestructuras, en este caso en las digitales, porque son las arterias del futuro.

Alrededor de este reto, analizar “El impacto de la Agenda Digital en la España rural”, como hace José Antonio López en su tesis, es tan relevante. Es necesario entender el punto en el que nos encontramos, hasta dónde nos han permitido llegar los objetivos planteados hasta ahora y los esfuerzos afrontados y cuáles son las rutas para el futuro. Es fundamental además trabajar no solo para cerrar la brecha de acceso sino la de adopción, para desarrollar las necesarias habilidades digitales en consumidores y ciudadanos y en el tejido de innovación y emprendimiento digital.

Porque todavía queda camino y oportunidad por delante. Las redes que hacen realidad la conectividad y la digitalización, ya no se limitan a transportar datos, sino que se han convertido en facilitadoras del mundo de la Inteligencia Artificial. En 2025 casi el 90% de los datos serán generados por máquinas que se relacionan entre sí, cuando se produzca la explosión del Internet de las Cosas en la que el avance del 5G será determinante y que transformará todos los sectores. La generación masiva de datos es una consecuencia directa e imparable de la digitalización y esos datos se convierten en información valiosísima gracias a la Inteligencia Artificial.

Si conseguimos llevar la Revolución Digital a ese siguiente nivel, estaremos en situación de capturar un potencial de billones de euros en valor. La condición necesaria para conseguirlo es disponer de las infraestructuras digitales inteligentes del futuro y en llevarlas a todos los rincones.

Tenemos una responsabilidad con las generaciones futuras. Debemos acercar los beneficios de la digitalización a todos y asegurarnos de que no se quede nadie atrás. Necesitamos un nuevo Pacto Digital con los valores y las personas en el centro.

Estamos abriendo la puerta para *reimaginar* el futuro. Ésta es una increíble oportunidad, pero también una gran responsabilidad. Debemos estar a la altura.

Introducción

“NO HAY LIBRO TAN MALO QUE NO TENGA ALGO BUENO.”

Miguel de Cervantes

“En un lugar de la Mancha de cuyo nombre no quiero acordarme, ...” así empieza la novela escrita hace ya 416 años, referente del Siglo de Oro de la Literatura Española y auténtica obra maestra de nuestras letras, con un récord de publicaciones y ediciones sólo superado por la Biblia.

En ella se abordan temas como la justicia, el idealismo. Menciona Don Quijote en una de sus célebres frases: “son mis leyes el deshacer entuertos, prodigar el bien y evitar el mal”. Y todo ello sin importar los obstáculos, como queda ilustrado en su lucha contra los gigantes en el Campo de Montiel.

Esta inspiración me ha llevado a la realización de esta investigación, movida por la voluntad de ayudar a los más desfavorecidos intentando también saltar todas las barreras, desde la posición privilegiada que profesionalmente he tenido la suerte de desempeñar en el sector de las Telecomunicaciones.

Mis padres nacieron en una pequeña población de la provincia de Palencia, Frechilla de Campos y sé lo duro que para ellos fue prosperar y la obligada emigración de ese entorno al que adoraban. Allí continúan viviendo familiares, amigos y claramente sus posibilidades de progreso están muy limitadas frente al resto de la geografía nacional por la falta de esa conectividad fundamental.

El COVID-19 ha llevado esa situación al extremo en estos entornos, con unas carencias en las necesidades digitales básicas, que como sociedad no hemos sido capaces de resolver.

Mi objetivo es poder investigar lo realizado hasta ahora para evaluar si ha sido suficiente y que los resultados y aprendizajes obtenidos sirvan de recomendaciones para las decisiones que están por venir.

No podemos cambiar el pasado, pero el futuro está por escribirse y con que algún breve párrafo de esta investigación sea tenido en cuenta para contribuir a reducir esa brecha digital, el objetivo estará más que conseguido y el esfuerzo habrá valido la pena.

CAPÍTULO 1

Datos básicos de la investigación

1.1

De cómo dos crisis originaron esta investigación

“DESPUÉS DE LAS TINIEBLAS ESPERO LA LUZ.”

Miguel de Cervantes

Fue el 15 de septiembre de 2008, con la caída de Lehman Brothers, cuando el orden mundial en todos sus ámbitos sufrió una transformación irreversible. Cambios originados por aspectos económicos, en particular por la crisis de deuda soberana, que desembocaron en una ola de disrupciones en lo político y social en la mayor parte del mundo, muy especialmente en Europa.

Una Europa especialmente sensible en ese momento y por tanto muy impactada, con previsiones de caídas del GDP (*Gross Domestic Product*) en 2009 del 4% (*European Commission, 2009a*) que representaron la mayor recesión de la historia de la Unión, se enfrentó a una de las mayores encrucijadas de su historia.

La necesidad de desarrollar una sociedad donde la competitividad económica se basase en el conocimiento ya estaba entre los objetivos europeos previos a esta crisis. A finales del siglo pasado, los organismos de la UE (Unión Europea) habían tomado diversas medidas para la promoción de la Sociedad de la Información (Marengui & Badillo, 2012).

Este impulso se acentuó con la presidencia de Romano Prodi en el 2000. En la Agenda de Lisboa de ese año (European Parliament, 2000) se reforzó el plan “eEurope” (European Commission, 2000a) con el objetivo de llevar la era digital y la banda ancha a cada ciudadano, hogar, escuela, empresa y administración europea, dentro de lo que se consideraba este tipo de servicios en aquel momento:

“un servicio que está siempre conectado y que puede escalar hasta al menos 2 Mbps”. JERMAN BLAZIC, 2007

Se abordaba no solo la conectividad sino también la cohesión, aspecto este en el que también incidía la OCDE (Organización para la Cooperación y el De-

¹ Presentado en el Consejo Europeo de Helsinki el año anterior.

sarrollo Económico) en su informe sobre el Entendimiento de la brecha digital² (OCDE, 2001).

Ese renovado impulso se vio materializado en la iniciativa “eEurope2002” (European Commission, 2000b). Apenas se había estrenado dicha iniciativa, cuando el exponencial impacto del acceso a internet en la sociedad fuerza la presentación de un nuevo plan. Este segundo plan, llamado “eEurope2005” (European Commission, 2002), se presentó en el CE (Consejo Europeo) en Sevilla y estaba orientado a la aceleración del desarrollo de infraestructuras de banda ancha a lo largo de Europa.

No finalizaron ahí las propuestas y, en 2005, la Presidencia de José Manuel Durao Barroso genera un impulso adicional:

“Europa es una permanente pintura inacabada a la que continuamente hay que ir añadiendo pintura porque su objetivo es siempre evolucionar”³.

Se lanza la iniciativa “i2010: Una Sociedad de la Información europea para el crecimiento y el empleo” (European Commission, 2005) con objetivos definidos para el período 2005-2010. Esta propuesta se ve revitalizada en abril de 2008 (European Commission, 2008a), cuando Europa asume que tiene que “cambiar de marcha” para liderar las NGA y “no aflojar sus esfuerzos para superar la brecha digital⁴”.

Los países de la UE se encontraban inmersos en la implantación de estos planes, cuando súbitamente golpeó la gran crisis *subprime* y de inmediato Europa se percató de que nada sería igual y nada era suficiente.

La crisis fue de tal magnitud que ninguna medida parecía contener la vorágine de agitación social. Buena prueba fueron las nada menos que veinte cumbres contra la crisis que hubo que celebrar entre septiembre de 2008 y junio de 2012.

Al menos en un aspecto parecía haber un consenso generalizado, que una de las maneras de relanzar la economía y crear empleos era el incrementar y mejorar el acceso a la banda ancha. Era la propia OCDE quien lo destacaba en su cumbre sobre el futuro de la Economía de Internet celebrada en Seúl en 2008 (OCDE, 2008), también se hacía en literatura académica de la época al respecto (Koutrompis, 2009; Czernich et al 2011), hasta prestigiosas consultoras como el informe de Arthur D. Little en cooperación con la Chalmers University y Ericsson de 2011, relativa al impacto de la banda ancha sobre el GDP (Arthur D. Little, 2011).

La CE mencionará poco tiempo después en la Comunicación sobre el Acta del Mercado Único II:

2 *Understanding Digital Divide.*

3 *"Europe is thus a permanently unfinished painting to which we continue to add strokes of Paint because its main aim is always to evolve".* Discurso de Joao Durao Barroso "Global Europe, from the Atlantic to the Pacific". 2014. Disponible en <https://www.europa-nu.nl/>.

4 *"Shift up a gear" "while not slacking off in its efforts to overcome the digital divide".*

“un aumento del 10% en la penetración de la banda ancha puede generar un crecimiento de un 1-1,5% del PIB anual y de un 1,5% de la productividad laboral, y la innovación inducida por la banda ancha en las empresas es un elemento de creación de empleo que podría generar 2 millones de nuevos puestos de trabajo de aquí a 2020”. EUROPEAN COMMISSION, 2013A

Por ello era evidente, que entre las medidas de contención y relanzamiento que configuraron el Plan Europeo de Recuperación Económica de 2008 (European Commission, 2008b) en el ámbito de las inversiones inteligentes, políticas estructurales y fondos de cohesión se decidió priorizar las redes TIC (Tecnología de la Información y la Comunicación), buscando una cobertura universal de acceso a internet. Pero no solo de banda ancha básica, sino especialmente de banda ancha rápida y ultrarrápida, los nuevos estándares que la Comisión determina como necesarios:

*“banda ancha básica: para velocidades entre 144 Kbps y 30 Mbps;
banda ancha rápida: para velocidades entre 30 Mbps y 100 Mbps;
banda ancha ultrarrápida: para velocidades superiores a 100 Mbps”.*
EUROPEAN COMMISSION, 2014A

La digitalización se consolidó como uno de los pilares estratégicos de la Europa del futuro. Por ello, apenas unos meses después, en marzo de 2010, la CE aprobó las líneas maestras de lo que sería la Europa 2020 (European Commission, 2010a). Este proyecto incluía siete iniciativas emblemáticas⁵ entre las que se destacaba sobremanera la ADE (Agenda Digital Europea), “Una Agenda Digital para Europa” (European Commission, 2010b). La ADE fue presentada por la política holandesa designada para liderarla, la vicepresidenta y Comisaria Neelie Kroes, quien acumulaba una gran experiencia en redes NGA (*Next Generation Access*). Durante su mandato previo como Comisaria de Competencia, Kroes ya había declarado:

“hay necesidad de una regulación y marco legislativo adecuado, que debe ser capaz de promover las redes NGA, fomentar inversiones, mientras se asegura la adecuada competencia en banda ancha”. EUROPEAN COMMISSION, 2008C

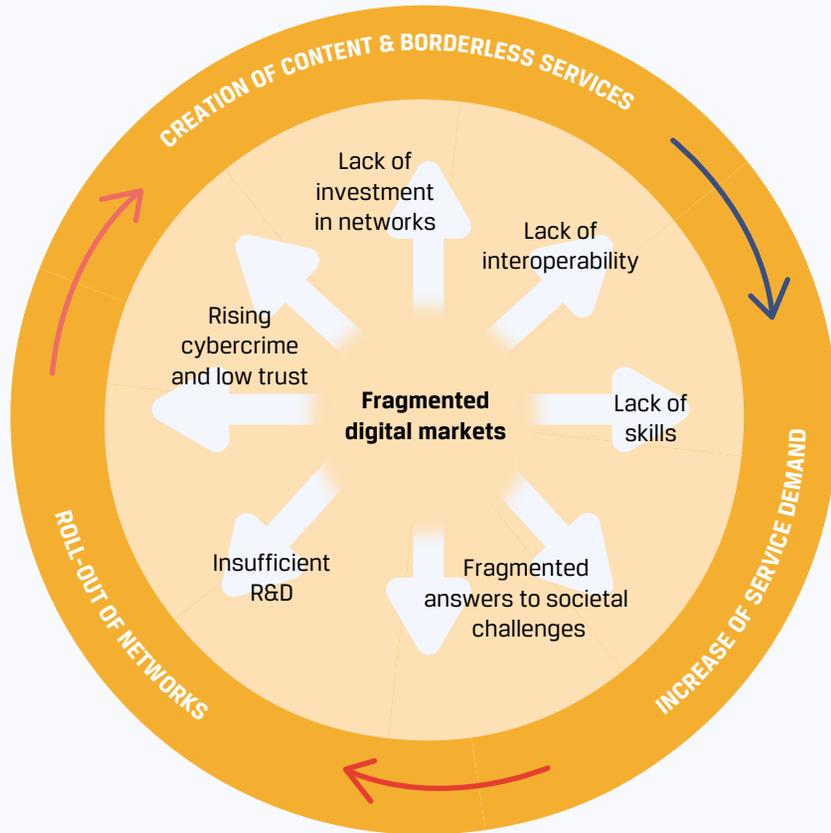
La banda ancha se constituyó por tanto como factor clave en la UE no solo para la recuperación económica a corto plazo, sino para afianzar el crecimiento sostenible a través de infraestructuras esenciales.

5 Las iniciativas emblemáticas fueron: "Unión por la Innovación", "Juventud en Movimiento", "Una Europa que utilice eficazmente sus recursos", "Una política industrial para la era de la mundialización", "Una agenda para nuevas Cualificaciones y Empleos", "Plataforma Europea para la pobreza y la mencionada Agenda Digital para Europa".

6 "There is a need for an appropriate regulatory and legislative framework, which should be able to promote NGA networks, encourage investments and strengthen broadband competition as well".

Se buscó un Mercado Digital Único a través de un acceso a Internet rápido y ultrarrápido que crease un círculo virtuoso.

Figura 1. Círculo virtuoso de la economía digital



Fuente: European Commission, 2010c.

No iba a ser tarea fácil. La CE identificó una serie de obstáculos⁷ para que se convirtiera en realidad. Entre ellos, la clara ausencia de suficiente inversión en redes hasta la fecha. Y para sortearlas, se definieron objetivos muy concretos comunes para todos los países miembros (European Commission, 2010c), consistentes en:

⁷ Los obstáculos identificados fueron: fragmentación de los mercados digitales, falta de interoperabilidad, incrementos de la ciberdelincuencia y riesgo de escasa confianza en las redes, insuficiencia en los esfuerzos de investigación e innovación, carencias en la alfabetización y la capacitación digitales, pérdida de oportunidades para afrontar los retos sociales y la mencionada ausencia de inversión en Redes.

- Que en 2020 todos los europeos dispusieran de velocidades de internet mucho más rápidas que las existentes en ese momento, en particular 30 Mbps.
- Que el 50% o más de los hogares europeos, estuvieran abonados a conexiones de internet por encima de los 100 Mbps.

En el documento finalmente acordado por la Comisión se insistía en la importancia de la garantía universal de esta banda ancha para evitar el riesgo brecha digital. La aceleración de tecnología crítica solo en parte de la geografía comunitaria ponía en riesgo la recuperación e igualdad de oportunidades de todos los europeos. Para ello se habilitó un marco que obligaba a cada país a concretar sus políticas nacionales para conseguir los objetivos de la UE.

En el caso de España esas políticas se concretaron en la llamada ADpE, Agenda Digital de España (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013a), publicada en febrero de 2013, fijando el horizonte temporal 2014-2020 para cumplir con esos objetivos.

La implementación de esas iniciativas, tales como el acceso universal a la banda ancha, implicaba despliegues técnicos en amplias zonas rurales de la geografía europea, esas geografías que presentaban retornos inciertos y de dudoso atractivo para la inversión privada.

Es por ello que, dentro de la Agenda Digital de España, se articuló que se facilitarían estas inversiones, con la habilitación de instrumentos de financiación europeos a través del BEI (Banco Europeo de Inversiones) y de apoyos adicionales con cargo a presupuestos nacionales (European Commission, 2013b).

En septiembre de 2016 se siguieron reforzando objetivos en este ámbito. En una nueva comunicación se prepara el plan europeo para la Sociedad Europea del Gigabit⁸ (European Commission, 2016a), mediante la cual la CE definió tres objetivos estratégicos adicionales, esta vez con el horizonte 2025, para complementar los establecidos en la ADE, entre ellos:

- Todos los hogares europeos, rurales o urbanos, tendrían acceso a una conexión a internet que ofreciesen velocidades de descarga de al menos 100 Mbps, actualizables a alta velocidad.
- Que hubiera cobertura 5G ininterrumpida para todas las zonas urbanas y las principales vías de transporte terrestre.
- Proveer de conectividad de 1 Gbps como mínimo para todos los principales impulsores socioeconómicos (escuelas, centros de transporte y principales proveedores de servicios públicos).

Doce años después de la crisis que originó todos estos planes, Europa experimenta una nueva terrible e inesperada sacudida: el virus denominado COVID-19, desde su origen en China, se extiende por todo el mundo y azota gravemente Euro-

8 "Towards an European Gigabit Society".

pa. El 11 de marzo de 2020, la OMS (Organización Mundial de la Salud) a través de su director general, Tedros Adhanom, declara el estado de pandemia. Los ciudadanos pasan a una situación no conocida por varias generaciones. En marzo de 2020 Italia, Francia, Bélgica, España, Reino Unido, Eslovenia, Grecia y Rumanía decretaron el confinamiento de la población en sus hogares. En apenas unas horas, lo que quedaba de nuestra realidad analógica se transforma en digital.

España es uno de los países más afectados, el 13 de marzo el presidente Pedro Sánchez declara el estado de alarma y el territorio español se paraliza. Todos debemos permanecer encerrados en nuestros hogares salvo para actividades esenciales. Y así fue durante 99 días en la llamada primera ola, que luego ha continuado con leves mejoras y graves empeoramientos a lo largo del 2020, bien entrado el 21 y que aún no ha visto su fin en el momento de redactar este capítulo.

No hay consuelo para el dolor de las más de 50.000 muertes y los casi 2 millones de infectados en España en 2020 (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2021; Agencia EFE, 2020). Y por si esto no fuera suficiente, la economía española ha sufrido un golpe devastador. El FMI (Fondo Monetario Internacional) pronosticaba una caída del 12,8% del PIB (Producto Interior Bruto) en 2020, en recesión técnica en el segundo trimestre de ese mismo año, lo que supone la mayor caída histórica desde 1970 (INE, 2021; Fábrega, 2020), un paro cercano a los 4 millones de personas, a lo que hay que añadir los 750.000 de trabajadores en ERTES (Expediente de Regulación Temporal de Empleo) (Rodríguez, 2020).

El sentir general es que la Agenda Digital ha sido determinante para sobrellevar esta situación. Las redes de telecomunicaciones se han considerado esenciales y la banda ancha ha evitado que el impacto y consecuencias hubieran sido muchísimo peores. La vicepresidenta ejecutiva europea, Margrethe Vestager, declaró en la presentación del informe DESI 2020 (*Digital Economy and Society Index*) la relevancia de la conectividad para la ciudadanía y en ese mismo acto el comisario Thierry Breton citaba⁹:

“Telecomunicaciones, redes y conectividad son más vitales que nunca, con la mayoría de nuestra sociedad confinada en sus hogares y gran parte de la economía dependiente de ellas. Las redes tienen que ser lo suficientemente robustas y flexibles para poder gestionar el tráfico incremental ocasionado por el trabajo, la formación, la educación online así como para las actividades so-

9 *"Telecommunications, networks and connectivity are more vital than ever, with so much of our society confined to their homes and much of the economy depending on them. Networks need to be robust and flexible enough to deal with the additional traffic for working, doing business or e-learning and education online, but also for important social activities: from streaming or gaming to video calls with friends and families. Telecoms data can be a vital source to also trace the spread of coronavirus and as fuel for AI and supercomputers to analyse"* (European Commission, 2020).

ciales: desde streaming o juego hasta videollamadas con familiares y amigos. Los datos a través de las redes de Telecomunicaciones pueden ser además una fuente vital para rastrear la expansión del virus y ser la gasolina para la IA y el análisis de las supercomputadoras”. EUROPEAN COMMISSION, 2020A

En España la opinión era muy similar, la entonces vicepresidenta tercera Nadia Calviño manifestaba:

“El COVID-19 está poniendo de relieve nuestras fortalezas, se ha incrementado el teletrabajo, se está acelerando la digitalización de la educación, se han multiplicado las capacidades sanitarias a través de las nuevas tecnologías, se ha puesto en relieve la gran capacidad de telecomunicaciones en España”. CUETO, 2020

Pero a ese sentir general se ha unido otra realidad, y es que no todo el mundo ha estado disfrutado de las mismas infraestructuras durante esta crisis. La garantía de conectividad digital real en los entornos rurales ha sido dispar y muy deficitaria en muchas localidades. Se ha puesto de nuevo de manifiesto esa brecha digital que la Agenda Digital trataba de eliminar una década atrás.

Solo un 40% de las zonas rurales de los estados europeos han contado con cobertura de banda ancha a través de tecnologías móviles durante esta crisis, según un estudio elaborado por investigadores de la UPM (Universidad Politécnica de Madrid) en el marco del análisis europeo *Smart Rural* (Rey-Alvite & Fernández-Crehuet, 2020).

Esta situación queda evidenciada también en este artículo del diario económico CincoDías que menciona:

“la pandemia ha puesto de manifiesto esa clara brecha digital con un 13,4% de las zonas rurales sin acceso a la promesa universal de los 30 Mbps y 1,8 millones de hogares en estos entornos apenas 2 Mbps”. CINCO DÍAS, 2020

Y de esta situación surge la idea de esta investigación, cuyo objetivo es analizar si esta ADpE ha servido realmente para progresar y adecuar España al mundo digital, si lo ha hecho sin brechas geográficas y, por tanto, con igualdad de oportunidades para todos los españoles, en particular los residentes en zonas rurales junto con la casuística especial vivida durante los meses de confinamiento en el disfrute de esos servicios.

1.2

Objetivos de esta tesis, preguntas de investigación e hipótesis de partida

“SÉ BREVE EN TUS RAZONAMIENTOS, QUE NINGUNO HAY GUSTOSO SI ES LARGO”.

Miguel de Cervantes

Hay dos referencias que ayudan a entender el objetivo de esta tesis.

En primer lugar, la publicación de Joao Paulo Ribeiro Pereira (Pereira, 2016), donde describe la realidad que presenta Europa: el 30% de la población reside en áreas rurales, ocupan el 80% de la geografía y tan solo un 25% de los mismos tienen acceso a redes rápidas.

Así mismo, considera que el aislamiento de esos entornos rurales es uno de los principales obstáculos para el desarrollo económico-social de los mismos y es mayoritaria la creencia de que la falta de infraestructuras de telecomunicaciones es una de las razones clave, al incrementarse la brecha digital con el resto de la sociedad.

En segundo lugar, el artículo de Michael McLoughlin (McLoughlin, 2019) donde se plantea si la banda ancha puede llegar a evitar realmente que los pueblos rurales desaparezcan. A través de una serie de entrevistas cuestiona mitos y tópicos. No duda en su reflexión: que sería muy loable el que toda la población tuviera acceso a banda ancha rápida. No obstante, si esta conectividad se debe sufragar a través de fondos públicos por la falta de rentabilidad privada y no es evidente el que, gracias a ello, se produzca una reversión demográfica o sirva de reclamo de repoblación económica, McLoughlin cuestiona la idoneidad de hacerlo.

Este mismo autor también argumenta sobre cuáles deberían ser las tecnologías más eficientes. Una de sus recomendaciones es que, para seleccionar las tecnologías precisas, se debería aplicar el criterio de qué necesidades y servicios son los que se quiere atender, en lugar de ceñirse a la fibra para todos los supuestos, al ser considerable el incremento de costes de despliegue en relación a otras tecnologías.

Una de las principales dificultades que se han presentado para la elaboración de esta investigación es que, para discernir entre qué son mitos y qué son realidades, se precisa de estudios empíricos que lo acrediten adecuadamente. En las consultas realizadas para esta investigación no se ha encontrado literatura suficiente para obtener una conclusión clara en el caso de España.

El realizar una investigación científica con datos históricos reales del caso español, permitirá ayudar a sacar conclusiones y determinar cuáles son las realidades en un tema tan relevante.

La investigación se centrará en el análisis de Entidades Singulares de Población¹⁰ en entornos rurales con poblaciones entre 100 y 2.000 habitantes censados.

Los objetivos que se buscan abarcan 3 frentes:

1. Saber si los objetivos de la ADpE han tenido impacto socioeconómico en las poblaciones *targets*, comparando una serie de variables entre las poblaciones donde no se alcanza la velocidad mínima establecida como servicio universal en la ADpE, con aquellas otras donde se ha desplegado infraestructura de telecomunicaciones que alcance velocidades de 30 Mbps y con las que han disfrutado de despliegues de 100 Mbps.

La hipótesis de partida de la investigación es que una velocidad de 30 Mbps no ha sido un valor añadido suficiente para acreditar tendencias socioeconómicas diferentes en las variables investigadas en comparación con el resto de lo que se ha dado en denominar “España Vacía” -concepto que se desarrollará más adelante-, que no ha tenido la oportunidad de disfrutar de esa velocidad. Sin embargo, aquellas poblaciones que han disfrutado de conexiones de 100 Mbps, sí que han acreditado un comportamiento de esas variables socioeconómicas diferencial.

2. Una de las principales razones de que no exista infraestructura de telecomunicaciones es la ausencia de un retorno no ya mínimamente eficiente, si no que ni tan siquiera resulte positivo a la inversión privada de operadores de telecomunicaciones. La ADpE ha facilitado con subvenciones este despliegue que, aunque ha supuesto un porcentaje importante de la inversión, ha implicado en cualquier caso un esfuerzo económico adicional relevante de operadores privados.

Se investigará si las variables más habituales que miden el desempeño de estos operadores muestran un comportamiento diferencial entre las poblaciones que no disponen de velocidades de 30 Mbps y aquellas beneficiadas por estos despliegues, tanto con las que han alcanzado esa velocidad, como con aquellas que han disfrutado de 100 Mbps.

La hipótesis de partida es que la diferencia en esas variables entre las poblaciones que no han tenido velocidades de 30 Mbps y las que las han disfrutado no son muy significativas, sin embargo, sí que hay una notable diferencia cuando se comparan con el comportamiento de los clientes en poblaciones que han podido disfrutar de 100 Mbps.

3. El tercer objetivo de esta tesis, está muy relacionado con lo experimentado por la sociedad española recientemente. Como mencionaba Jose María Álvarez-Pallete en su discurso a la Junta General de Accionistas de Telefónica:

10 Sobre las Entidades Singulares de Población se hará una definición más extensa y acotada en el capítulo 2.

“en unas semanas de confinamiento, las sociedades han avanzado en transformación digital, lo que hubieran avanzado en un lustro en condiciones de normalidad”. TELEFÓNICA, 2020

Esos meses reclusos en los hogares han sido la mejor prueba para comprobar si los objetivos en su día marcados en la ADPe han sido los adecuados y los ciudadanos han podido disfrutar de los servicios digitales básicos en sus entornos personales y profesionales. La investigación va a analizar la diferencia de comportamiento en las poblaciones donde se ha desplegado 30 Mbps y las que han disfrutado de 100 Mbps.

La hipótesis de partida es que las poblaciones que sólo han alcanzado 30 Mbps han creado una situación a sus habitantes de limitación relevante en el uso de las aplicaciones que han sido necesarias, generando más reclamaciones debido a ello y mostrando un consumo inferior de minutos de uso y cantidad de datos consumidos.

Tabla 1. Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis de partida

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE PARTIDA
<p>Objetivo 1: Conocer si las poblaciones beneficiadas por las políticas de la Agenda Digital han mostrando un desarrollo socioeconómico diferencial, en comparación con poblaciones equivalentes, evaluando el resultado con accesos de 30Mbps y 100Mbps. Análisis en muestra de Entidades singulares de Población entre 100 y 2.000 habitantes.</p>	<p>Pregunta 1: ¿Han mostrado las poblaciones rurales beneficiadas por el acceso a 100Mbps y aquellas beneficiadas por un acceso a 30Mbps, dentro del programa de la Agenda Digital, un desarrollo socioeconómico diferencial, en comparación con las poblaciones equivalentes no beneficiadas y que no disponen de esa conectividad?</p>	<p>Hipótesis 1: Las medidas adoptadas por el Gobierno de España, dentro del marco de la Agenda Digital, han conseguido un desarrollo socioeconómico diferencial en las zonas rurales donde se han desplegado velocidades de 100Mbps. No siendo los resultados significativos en las que lo han hecho con 30Mbps.</p>
<p>Objetivo 2: Conocer si en las poblaciones beneficiadas por las políticas de la Agenda Digital con 100Mbps y con 30Mbps, los operadores privados de telecomunicaciones han mostrando un desempeño de servicios de telecomunicaciones, diferencial en comparación con poblaciones donde no han tenido estos despliegues. Análisis realizado en muestra de Entidades singulares de Población entre 100 y 2.000 habitantes.</p>	<p>Pregunta 2: ¿Han mostrado en las zonas rurales beneficiadas por el acceso a 30Mbps y/o por las beneficiadas por el acceso a 100Mbps dentro del programa de la Agenda Digital, los operadores privados de telecomunicaciones, un desempeño diferencial en comparación con las zonas equivalentes no beneficiadas y que no disponen de esa conectividad?</p>	<p>Hipótesis 2: Las medidas adoptadas por el Gobierno de España, dentro del marco de la Agenda Digital, han contribuido a un desempeño de servicios de telecomunicaciones proporcionados por operadores privados diferencial en las beneficiadas por 100Mbps pero poco significativas en las que han tenido acceso a 30Mbps.</p>
<p>Objetivo 3: Conocer si debido al confinamiento provocado por el Covid19, los usuarios que han disfrutado de 30Mbps, han visto limitadas sus necesidades de comunicaciones durante en ese periodo, en comparación con los que han disfrutado de 100Mbps Análisis realizado en muestra de Entidades singulares de Población entre 100 y 2.000 habitantes.</p>	<p>Pregunta 3: ¿Los ciudadanos confinados debido al Covid19, en las poblaciones rurales beneficiadas por el acceso a 30Mbps dentro del programa de la Agenda Digital, han visto limitadas sus necesidades de comunicaciones en comparación con si hubieran disfrutado de 100Mbps?</p>	<p>Hipótesis 3: Los ciudadanos que han disfrutado de 30Mbps en poblaciones rurales, durante el periodo de confinamiento debida al Covid19, han tenido problemas relevantes del uso de las comunicaciones necesarias en ese periodo, en comparación con las poblaciones que han tenido 100Mbps.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Esta información permitirá concluir si la ADpE ha conseguido reducir esa brecha digital, ha garantizado la igualdad de los ciudadanos a servicios fundamentales, ha sido capaz de ayudar a empresas privadas a mantener negocios sostenibles y ha definido unos objetivos suficientes para ser parte de la realidad digital en la que estamos inmersos.

Así mismo, se realizarán una serie de recomendaciones y consideraciones a tener en cuenta para los objetivos españoles en el *Plan España Digital 2025* (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020a), para el adecuado uso de los Fondos de Recuperación, Transformación y Resiliencia¹¹ así como para la revisión de las prioridades fijadas en los de los Fondos Comunitarios para el período 2021-2027¹².

¹¹ <https://www.lamoncloa.gob.es/>.

¹² <https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/>.

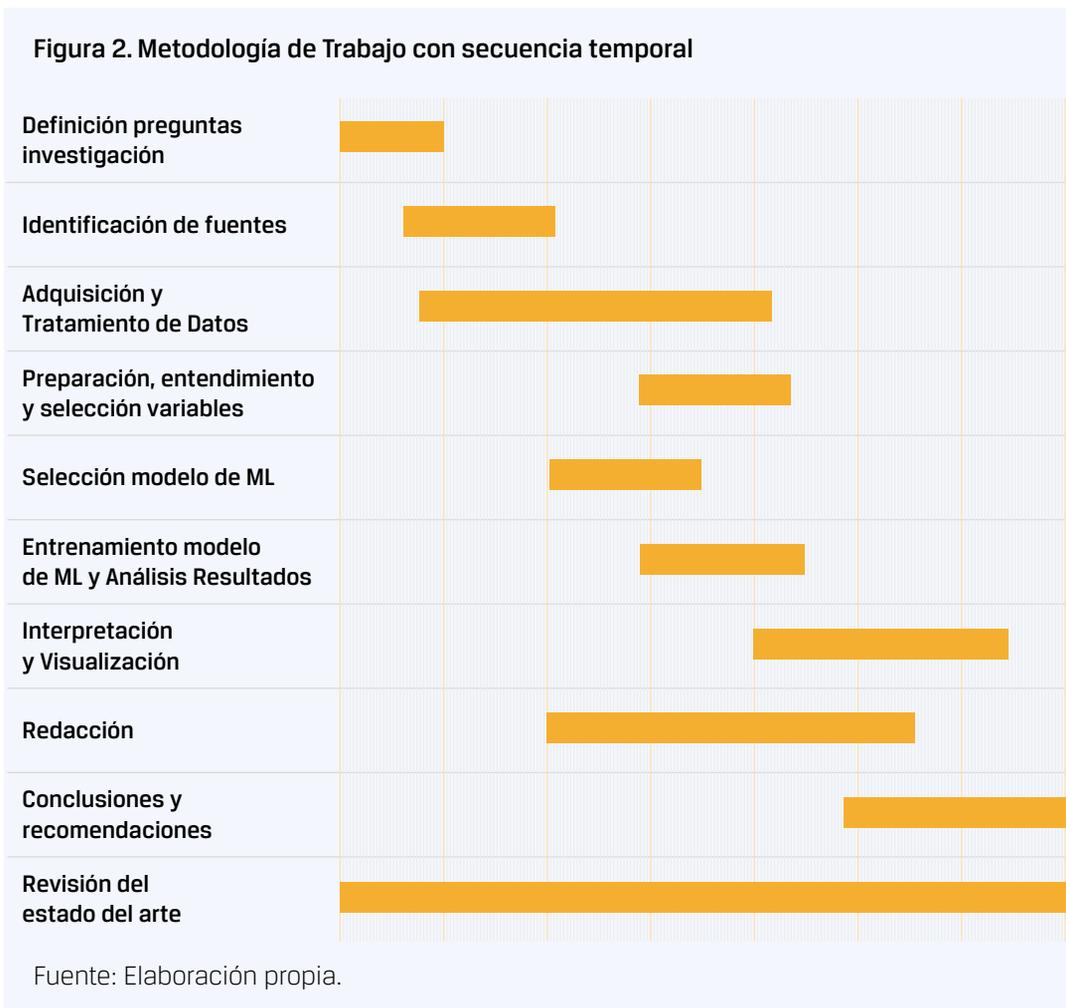
1.3

Metodología de investigación

“Y EN LO DE TRAZARLES QUE ESTUDIEN ESTA O AQUELLA CIENCIA,
NO LO TENGO POR ACERTADO, AUNQUE EL PERSUADIRLES NO SERÁ DAÑOSO”

Miguel de Cervantes

La metodología de investigación que se va a emplear sigue el siguiente flujo de trabajo:



Una vez definidas las preguntas de investigación, se ha realizado una búsqueda exhaustiva de fuentes relevantes que proporcionasen una base de referencia para este estudio. Para ello se ha acudido a las siguientes fuentes de información:

- Información primaria pública proveniente de fuentes oficiales europeas, estatales y autonómicas.
- Información primaria pública proveniente de artículos de medios de comunicación.
- Información primaria no pública anonimizada proveniente de fuentes de operadores de telecomunicaciones.
- Publicaciones de investigaciones científicas.

A continuación, se ha procedido a la adquisición y posterior tratamiento de los datos necesarios para este trabajo, al ser las fuentes tan diversas. Las herramientas y técnicas empleadas han sido tres fundamentalmente:

- En el caso de los datos que se pueden adquirir mediante Interfaces de Programación de Aplicaciones¹³ (APIs) públicas disponibles, se han programado usando R¹⁴ y Python¹⁵ creando el flujo adecuado para realizar las consultas y agregar los resultados de cada una de éstas.
- Cuando no ha sido posible extraer los datos de la forma mencionada y la información estaba accesible de forma pública y visible en la web, se ha recurrido a hacer *web scraping*¹⁶ usando la biblioteca Beautiful Soup¹⁷ de Python. Esta biblioteca permite analizar documentos HTML creando un árbol de tags de los cuales se puede extraer la información deseada.
- Finalmente, en los casos en los que los datos requeridos no hayan podido ser extraídos de ninguna de las formas anteriores, se ha recurrido a una herramienta de automatización de navegadores web llamada Selenium¹⁸. Esta herramienta permite crear pruebas y navegación a través de la web sin necesidad de usar ningún tipo de *script*.

En la fase de adquisición de los datos, se descartaron determinadas variables por falta de datos disponibles que, a pesar de ser mencionadas de forma extensa en la literatura relacionada con el análisis de variables socioeconómicas, la información disponible sobre las mismas no era suficiente para incluirla en este estudio.

13 *Application Programming Interfaces*.

14 <https://www.r-project.org/>.

15 <https://www.python.org/>.

16 https://es.wikipedia.org/wiki/Web_scraping.

17 https://es.wikipedia.org/wiki/Beautiful_Soup.

18 <https://www.selenium.dev/>.

Adicionalmente se filtraron *outliers* en cada uno de los análisis. Todas estas acciones se realizaron de cara a realizar estimaciones lo más precisas posibles.

Una vez extraídos y procesados los datos, se ha localizado y seleccionado la técnica que se ha considerado más apropiada para estimar el impacto del paso a cobertura en los diferentes indicadores considerados y entrenado los modelos a emplear.

1.3.1 Modelo para los Objetivos 1 y 2

Para analizar el impacto del despliegue de banda ancha relativa a las preguntas de investigación 1 y 2, se ha seleccionado el modelo creado con algoritmos de *Machine Learning* (ML), llamado *Causal Forest* (Wager & Athey, 2018).

La inferencia causal no permite la comparación de modelos, entendida ésta como la comparación entre los errores de dichos modelos, pues no conocemos el error de previsión. Cuando sí que lo conocemos, el mejor modelo es aquel que presenta el menor error; el analista tiene que garantizar, eso sí, que dicho error está medido correctamente mediante una métrica adecuada y utilizando técnicas como la validación cruzada.

Con la inferencia causal nos enfrentamos a un desafío mayor, tal y como dice Andrew Tiffin (Tiffin, M.A.J. (2019), del Fondo Monetario Internacional:

“Lo que hace que la inferencia causal sea particularmente desafiante es que las predicciones contrafactuales nunca pueden validarse; no estamos prediciendo un resultado que se conocerá en algún momento futuro, sino que estamos midiendo un resultado potencial que nunca se conocerá”.

En este contexto, se recomienda utilizar técnicas que estimen dichas previsiones de la forma más plausible y persuasiva posible.

En el proceso de evaluación de métodos para la realización de estas preguntas en la tesis se han valorado algunos de ellos, en particular el método de Diferencias en Diferencias, desarrollado por Alberto Abadie, de la Universidad de Harvard (Abadie, 2005) y el método de Control Sintético, de Alberto Abadie y Javier Gardeazabal (Abadie & Gardeazabal, 2003).

Estos métodos están orientados a estimar el efecto del tratamiento, pero no a explicar el por qué ni a entender las diferencias entre los efectos a lo largo de las unidades tratadas. Además, en esta investigación, la aplicación de estos métodos obligaría a elegir numerosos grupos de control (potencialmente, uno para cada entidad de población) o a trabajar con agregaciones, probablemente arbitrarias, de las Entidades Singulares de Población citadas anteriormente.

Es por ello que la selección final ha sido la aplicación del método de *Causal Forest*, desarrollado en 2015 por Susan Athey y Stefan Wager, de la Universidad de Stanford.

Se trata de una generalización del método de *Random Forest* (Breiman, 2001), en donde se utiliza una regla de división que equilibra explícitamente dos objetivos: por un lado, encontrar las divisiones donde los efectos del tratamiento difieren más y, por otra parte, estimar el efecto del tratamiento con mayor precisión (estimaciones honestas).

El modelo *Causal Forest* ha demostrado ser muy útil para estimar el impacto heterogéneo del tratamiento sobre poblaciones con características diferentes.

En este estudio, además de cuantificar el Efecto de Tratamiento Promedio¹⁹ (ATE) sobre distintas variables, también se estudiará diferenciando entre velocidades de despliegue distintas (30 Mbps y 100 Mbps) y Entidades Singulares de Población con características diversas.

Este enfoque permite la construcción de intervalos de confianza válidos para los efectos del tratamiento, incluso con muchas covariables en relación con el tamaño de la muestra y sin supuestos de “escasez”.

El desafío es que la “verdad fundamental” para un efecto causal no se observa para ninguna unidad individual: se observa la unidad con el tratamiento o sin el tratamiento, pero no ambos al mismo tiempo.

En los modelos de *Causal Forest*, de forma similar a los modelos *Random Forest*, las muestras son divididas en un proceso repetitivo y encadenado. Sin embargo, a diferencia de este, no se realizan *splits* para minimizar el error de predicción, sino para maximizar la diferencia entre la variable de salida y la variable de “tratamiento”.

Además, para reducir el posible sesgo que pueda haberse producido por variables dependientes, es importante tener en cuenta la “honestidad” de los árboles. Para asegurarlo, se entrenan los árboles para determinar el efecto promedio del tratamiento sobre la variable de salida con una parte de los datos y se evalúa con la parte restante. No existe forma de comparar dos realidades paralelas de una misma Entidad Singular, aquella donde se ha llevado a cabo el tratamiento y aquella donde no. Por esta razón se toman aquellas Entidades Singulares que no han sido intervenidas como referencia para entender si realmente existe causalidad entre el tratamiento y las variables medidas.

Una de las ventajas del modelo que se ha seleccionado es que se pueden aprovechar las técnicas existentes para la interpretación de modelos complejos (de caja negra) y proporcionar información valiosa sobre el efecto de variables concretas en el impacto del tratamiento, así como del efecto de la interacción de las mismas también sobre dicho impacto.

¹⁹ *Average Treatment Effect.*

Por otra parte, el método de *Causal Forest* trabaja de forma natural con numerosas observaciones, como en la investigación que se va a realizar, en donde se tienen más de 12.000 Entidades Singulares de Población. Para ello se utiliza una regla de división que equilibra explícitamente dos objetivos: encontrar las divisiones donde los efectos del tratamiento difieran más y estimar los efectos del tratamiento con precisión. Es decir, el árbol causal divide los datos en grupos con diferencias máximas en el efecto del tratamiento, pero con suficientes elementos tratados y no tratados como para que el cálculo del efecto del tratamiento sea preciso. Además, el árbol causal selecciona de forma natural sólo aquellas variables relevantes para tal fin.

Estas características: capacidad para trabajar con muchas observaciones, localización automática de grupos comparables con y sin tratamiento y selección de variables son muy apropiadas para esta investigación.

Adicionalmente, la naturaleza repetitiva de los *Causal Forest*, en el que se entrenan múltiples árboles individuales, permite acompañar las estimaciones de intervalos de confianza, muy útiles para entender en qué rango de valores se encuentra el ATE.

Por último, la división de la muestra en subgrupos o *clusters* permite tener en cuenta y explorar la potencial heterogeneidad del efecto del tratamiento entre las unidades estudiadas: ¿en qué Entidades hay mayores efectos? ¿y menores? La investigación sobre estas preguntas puede ayudar a formar teorías sobre las condiciones en las que los tratamientos son especialmente eficaces o ineficaces, así como ayudar a diseñar e implementar políticas para maximizar su efectividad.

Algunos comentarios adicionales sobre la metodología:

- El hito temporal donde ocurre la intervención se sabe, pero en el caso de las variables de control no hay un hito temporal fijo, se elige al azar, aunque con la misma distribución de probabilidad que aquellas donde ha habido intervención.
- En la metodología de *Causal Forest* de Susana Athey, se utiliza un método para reducir sesgos de selección de forma que los resultados sean aplicables a futuro, en particular se utiliza un análisis *clusterizado*. Es importante tener presente que este es un estudio observacional y no experimental. Por tanto, la selección de qué cobertura desplegar en qué entidad (y cuándo hacerlo) escapa al control del investigador. Adicionalmente, se pretende obtener resultados que se generalicen más allá de las Entidades que ya están en cada tipo de cobertura, sin dar más peso en estos análisis a aquellas comunidades autónomas para las que se disponen de más observaciones. Aquí se toma de nuevo un enfoque conservador y se asume que las variables del estudio pueden estar correlacionadas entre las Entidades de población de una misma comunidad autónoma (o *cluster*), y se aplica por tanto un análisis robusto que elimina estos posibles

sesgos de selección (Abadie et al., 2017) y hace que los resultados sean más extrapolables y permitan por tanto realizar recomendaciones a futuro sobre las políticas y decisiones más efectivas a implementar.

- Esta metodología y parte de la investigación realizada para el Objetivo 1, sirvió de base para colaborar con el desarrollo del Trabajo Fin de Master de Virginia Hernández, perteneciente al curso académico 2020/2021 del Master en Big Data: Tecnología y Analítica Avanzada de la Universidad Pontificia de Comillas, que lleva por título: *Análisis del impacto de la Agenda Digital Europea a la conectividad de entornos rurales en España con Modelos Causal Forest*.

1.3.2 Metodología de Investigación para el Objetivo 3

Para la Pregunta de Investigación 3 se selecciona otro modelo. La razón es el cambio de escenario, pues todos los sujetos han sido impactados por el confinamiento provocado por el COVID-19 y no existe la posibilidad de comparar Entidades de Población sometidas al tratamiento y no sometidas a él.

Por ello, en este caso se utiliza la técnica denominada BSTS (*Bayesian Structural Time Series*) (Scott & Varian, 2014) desarrollada por Steven Scott y Hal Varian en una cooperación entre Google y la Universidad de Berkeley.

Se pretende ajustar las series temporales de las variables analizadas en el período anterior a la pandemia y realizar después una previsión del período COVID-19, que permita medir el efecto del impacto de la crisis del coronavirus en el consumo de servicios de telecomunicaciones, mediante la comparación de dicha previsión y la realidad. En este caso, el control será la propia serie histórica de los sujetos a analizar antes del inicio del confinamiento.

Las metodologías bayesianas están basadas en la aplicación sistemática del Teorema de Bayes, publicado en 1763 y que desconcertó en aquella época, pues la posibilidad que este método aportaba de revisar las probabilidades iniciales en función de nueva información cuestionaba el carácter objetivo para abrir la visión subjetiva en estadística y no solo la frecuencial de las probabilidades (Díaz & Batanero, 2006).

En economía se utiliza el término *nowcasting* o “pronóstico inmediato” para la predicción del presente o del futuro inmediato, en lugar de un valor futuro. Como consecuencia de ello, en estadística, las proyecciones basadas en *nowcasting*, se están extendiendo muy rápidamente por su idoneidad a la hora de pronosticar variables a través de información de alta frecuencia y publicarla de forma rápida, a medida que se dispone de información, sin esperar al futuro (Banbura et al., 2011).

Y dentro de ese pronóstico inmediato, las redes bayesianas son la principal refe-

rencia debido a su facilidad de interpretación y a sus diversos métodos de inferencia y aprendizaje. También por la posibilidad de utilización de datos de series de tiempo.

Este modelo con configuración multivariante ayuda a evitar el sobreajuste, además de capturar correlaciones entre múltiples series de tiempo objetivo con varios componentes de estado. A su vez, proporciona la flexibilidad necesaria para seleccionar un conjunto diferente de componentes y predictores disponibles para cada serie objetivo.

El BSTS presenta dos componentes, un módulo de series de tiempo que captura la tendencia general y los patrones estacionales en los datos, y un componente de regresión que permite la incorporación de datos exógenos.

Con este modelo se consigue:

- Inferir la evolución temporal del impacto atribuible.
- Incorporar antecedentes empíricos sobre los parámetros en un tratamiento completamente bayesiano.
- Acomodar de manera flexible múltiples fuentes de variación, incluida la influencia variable en el tiempo de las covariables contemporáneas, es decir, los controles sintéticos.

Como ocurre con todos los enfoques no experimentales de la inferencia causal, las conclusiones válidas requieren supuestos sólidos. En esta investigación, se tiene que asumir que las series empleadas como información exógena no se han visto afectadas por la intervención. Si no fuera así, se podría subestimar o sobrestimar falsamente el verdadero efecto o incluso concluir falsamente que hubo un efecto, aunque en realidad no lo hubo.

El modelo también asume que la relación entre las covariables y las series de tiempo tratadas, tal como se estableció durante el período previo a la intervención, permanece estable a lo largo del período posterior.

CAPÍTULO 2

Marco teórico

2.1

La España vacía

“ DESNUDO NACÍ Y DESNUDO ME HALLO, NI PIERDO NI GANO ”.

Miguel de Cervantes

La España Vacía, nos transporta intuitivamente a esa España interior similar a los parajes manchegos por los que discurre la lectura de *El Quijote*.

A nivel de literatura académica, el concepto queda muy bien reflejado en la publicación de Sergio del Molino (Del Molino, 2016) quien profundiza sobre los desequilibrios sociales y económicos relacionados con el desigual reparto de la población, que impactan severamente en esa “España Vacía”.

Este concepto ha evolucionado, se ha politizado convirtiéndose en una idea más reivindicativa en los últimos años. Un claro exponente fue la movilización del 31 marzo de 2019²⁰, cuando se incorpora la denominación de “España Vacía”, refiriéndose a que no han sido razones naturales las causantes de esas despoblaciones en ciertas partes de España, sino el comportamiento humano. Es por ello por lo que esa misma acción humana puede y debe resolverlo.

Estas reivindicaciones y movilizaciones han puesto de manifiesto el claro deseo de una numerosa parte de la población de querer quedarse a vivir en sus pueblos o retornar a ellos sin por ello, como decía Bill Clinton²¹, tener que quedarse atrás frente al progreso del resto de la sociedad.

La despoblación, como argumenta Jose María Delgado Urrecho (Delgado Urrecho, 2018), no es algo reciente, sino consecuencia de un prolongado proceso histórico que en España se remonta a mediados del siglo XX. Originado, por una parte, por la industrialización y, por otra, por la mecanización de actividades rurales con el consecuente incremento de productividad. Estos efectos generaron la destrucción de empleo en el campo que, al ser el sector primario la principal fuente económica de esas zonas, en ese momento provocó la migración necesaria tanto de adultos como de jóvenes en busca de alternativas de trabajo a ciudades de mayor tamaño.

²⁰ <https://www.rtve.es/>.

²¹ "I never accepted the idea that millions have to be left behind while the rest of us move ahead". Bill Clinton, noviembre 2000 en *Public Papers of the Presidents of the United States*. Disponible en <https://www.govinfo.gov/>.

Andoni Montes (Montes, 2020) habla del “desierto poblacional” que se extendería por parte de la meseta y sur del Sistema Ibérico y atribuye ese efecto no tanto a la caída en términos absolutos de la población en el país, sino a la emigración a ciudades y litoral, especialmente relevante en perfiles jóvenes y en mujeres.

Se abunda en esta idea en el estudio del CEDDAR (*Centre for Studies on Depopulation of Rural Areas*) (Pinilla & Sáez., 2017) donde se menciona que no fue un fenómeno que ocurrió sólo en España, sino que impactó en toda Europa. Insiste en el peligro de desaparición de muchísimas poblaciones rurales a nivel europeo si esta tendencia no se corrige.

La emigración específica que sufrió el entorno rural en este tiempo ha generado consecuencias que han contribuido a la continua pérdida neta de habitantes en esas localizaciones: la elevada edad media de la población que se quedó residente en los mismos, una muy reducida tasa de natalidad, así como falta de incentivos y oportunidades para atraer inmigración.

Todo ello en su conjunto ha llevado a muchos municipios españoles a encontrarse dentro de las áreas de más baja densidad de población de toda Europa. De hecho, más de 4.000 municipios, según se aprecia en la Tabla 2, podrían estar considerados bajo la denominación anterior del profesor Montes o la que utiliza Europa, “Desierto Demográfico²²”:

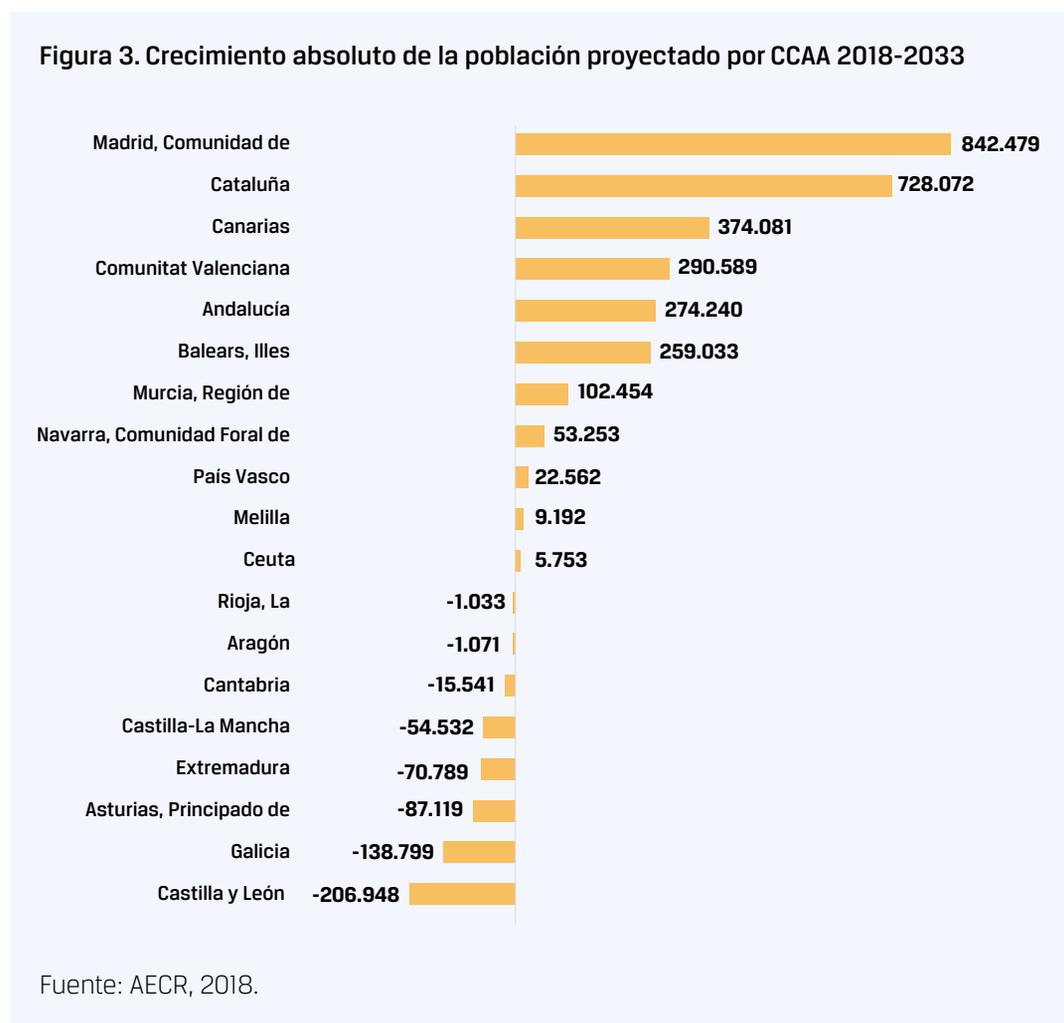
Tabla 2. Tabla de áreas escasamente pobladas o SESPAS

SESPAs (2017)	Nº Municipios	Población	Área (km ²)	Densidad (hab/km ²)
1. Serranía Celtibérica	1.383	498.086	69.162	7,20
2. Franja con Portugal	586	253.690	33.477	7,58
3. Serranía Bética	169	192.228	21.495	8,94
4. Serranía Central	477	139.258	13.979	9,96
5. Tierras del Ebro	174	123.440	12.275	10,06
6. Serranía Cantábrica	378	298.329	29.526	10,10
7. Tierras del Duero	400	152.538	13.914	10,96
8. Pirineos	477	328.998	29.559	11,13
9. Serranía Levantina	50	64.285	5.715	11,25
10. Sierra Morena y Submeseta	281	502.562	42.893	11,45
Total	4.375	2.553.414	272.995	9,35
Resto de España	3.749	44.018.718	232.996	188,92

Fuente: Burillo-Cuadrado & Burillo-Mozota, 2018.

²² La Unión Europea considera desierto demográfico las poblaciones con densidades inferiores a 10 habitantes por km².

La evolución que se prevé, si nada cambia, sigue con la misma tendencia. Como comenta la AERC (Asociación Española de Ciencia Regional) (AECR, 2018) y se aprecia en la Figura 3, las zonas geográficas que durante el siglo XX han sufrido más despoblación continuarían con la misma tendencia en el futuro:



Es en estas zonas despobladas, en esta “España Vacía”, donde se produce especialmente el fenómeno denominado brecha digital.

Históricamente la aparición de brechas, o diferencias de cohesión y competitividad entre diversas personas por falta de acceso a ciertas infraestructuras, ha ocurrido con cada innovación tecnológica (Van Dijk, 2002).

Probablemente una de las primeras apariciones del concepto brecha digital, surge en 1995 cuando la NTIA (*National Telecommunications and Information*

Administration), introduce la conexión a Internet como uno de los factores que influyen en la distribución de riqueza y así lo manifiestan en su publicación comparando el entorno rural y urbano en EE.UU. (NTIA, 1995).

Es mucha la literatura y las definiciones relativas al concepto brecha digital. La OCDE la define como la distancia entre individuos con relación a sus oportunidades para acceder a las TIC y uso de internet (OECD, 2001). La CE, en la misma línea, define brecha digital como la falta de acceso a la banda ancha con el consecuente impacto en la igualdad de las personas en cuanto a oportunidades de acceder a las TIC y utilizarlas (European Commission, 2006). Roger Noll la explica de la siguiente manera:

“Algunas personas disponen de los ordenadores más potentes, el mejor servicio telefónico el servicio de internet más rápido, así como la riqueza de contenidos y una educación y aprendizaje relevante para sus vidas... Otro grupo de personas no tiene el acceso a los mejores y más modernos ordenadores, al servicio telefónico más seguro, o al servicio de internet más rápido y conveniente. La diferencia entre estos dos grupos es la brecha digital”. NOLL ET AL., 2000

Es interesante también la línea de pensamiento que añade Martyn Warren (Warren, 2007) al considerar que esa brecha esta fuera del control de la población residente en esas zonas, para poder superarla.

Además de sobre el *qué*, hay extensa literatura sobre el *por qué*, es decir, cuáles son las causas que originan la brecha digital.

Fernando Ballesteros (Ballesteros, 2002) menciona cuatro elementos: acceso, dispositivos, adopción y conocimiento²³. Razones muy similares son las explicadas por Arturo Santoyo y Evelio Martínez en un artículo acerca de mitos y realidades que lleva por título *La Brecha Digital* (Santoyo & Martínez, 2003).

Aunque varias de esas razones podrán ser objeto de futuras investigaciones, en esta en particular, el enfoque a analizar es la brecha digital producida por la falta de acceso a Internet.

Porque es la falta de infraestructura de telecomunicaciones la que Eugenio Vázquez en su tesis doctoral denomina “brecha digital territorial o geográfica”,

“es la que se origina en función del lugar de residencia, debido a la inexistencia de infraestructuras de telecomunicación adecuadas en determinadas zo-

23 Fernando Ballesteros dice que la brecha digital está directamente relacionada con: La disponibilidad de un ordenador, u otro elemento de hardware que permita al ciudadano conectarse a Internet; el conocimiento de las herramientas básicas para poder acceder y navegar en la red; la capacidad adecuada para poder hacer que la información accesible en la red pueda convertirse en conocimiento por el usuario y la destacada aquí, la posibilidad de conectarse y poder acceder a la red, desde el hogar, el trabajo o la oficina.

nas con unas características geográficas, sociales y económicas específicas”.
VÁZQUEZ CARRETERO, 2017:24

Y también es la falta de acceso, una de las principales reivindicaciones de la Coordinadora de la “España Vacuada”, quien destaca la ejecución de las infraestructuras pendientes de telecomunicaciones como una de las claves para revertir la situación y luchar contra el despoblamiento (El Diario Rural, 2019)²⁴.

El cerrar esa brecha o paliarla supondría, por tanto, mitigar la importante desigualdad social que se genera en estos territorios en aspectos socioeconómicos clave como: acceso a la educación, acceso a servicios públicos, competitividad, prosperidad y la despoblación asociada (Delgado Urrecho, 2018).

La situación, sobre el papel, debería ser reversible. Muchos de los entornos rurales tienen una serie de características realmente atractivas para cambiar esa tendencia y consolidar una Cultura Rural. En ella se incluirían principalmente: el patrimonio arquitectónico, los recursos naturales, la gastronomía de proximidad o las artes populares locales. Activos que habilitarían el desarrollo del turismo rural. A ello hay que sumar la tendencia creciente de especialización agrícola-ganadera por el desarrollo de alimentación ecológica, la cada día mayor adopción del teletrabajo y, con él, la migración a segundas residencias, así como los avances teleeducación, telemedicina y comercio *online*. Esto sin olvidar que el emprendimiento y creatividad surgen en cualquier parte y con ellas las oportunidades.

Para conseguir esa reversión, el disponer de las infraestructuras de telecomunicaciones adecuadas se torna como imprescindible.

Una de las principales razones por las que no se dispone de las infraestructuras en esas zonas es que precisamente su falta de población y desarrollo empresarial no permite alcanzar un retorno mínimo sobre la inversión a los inversores privados. En este caso, para que resulte interesante realizar allí su despliegue a los operadores de telecomunicación. Así lo acredita Arturo Vergara (Vergara A., 2011) en su análisis tecno-económico de despliegue de redes NGA.

Se han asociado los conceptos de “España Vacía” y brecha digital con el de entorno rural. Conviene profundizar en esa asociación de terminología ya que, como dice Lawrence Gary Hart (Hart et al., 2015), el entorno rural es un concepto multifacético sobre el cual no hay acuerdo universal. Admite diversas interpretaciones en función de los objetivos que se busquen y de la disponibilidad de datos, aunque dentro de ellas aparecen ciertos aspectos en común: una mayor media

24 Entre las medidas que menciona están: 1. Reformular las actuales políticas de equilibrio y cohesión en España; 2. Impulso a la actividad Económica; 3. Servicios a la población y vivienda; 4. Empoderamiento y cambio de imagen y el mencionado 5. Priorizar la ejecución de infraestructuras pendientes y de las telecomunicaciones.

de gente anciana, un mayor desempleo, bajas tasas de densidad de población y mayor vulnerabilidad a crisis económicas.

Si se repasa la definición de entorno rural en Europa en 2014, la UE en cooperación con la OCDE introdujo definiciones de áreas rurales, buscando facilitar con ello las comparaciones internacionales (Dijkstra& Poelman, 2014). Se consideró para la clasificación no solo la densidad de la población -que era el criterio más común hasta la fecha- sino también el tamaño y la adición de celdas contiguas²⁵. Entre esas nuevas definiciones aparecieron conceptos poblacionales como LAU2 (*Local Administrative Units level 2*) y TPA (*Thinly Populated Areas*)²⁶.

Otros organismos profundizaron aún más en la segmentación. El ESPON (*European Spatial Planning Observation Network*) realizó un proyecto (ESPON, 2016) donde introdujo el concepto de VSPAs (*Very Sparsely Populated Areas*) refiriéndose a poblaciones con una densidad menor de 8 hab/km², complementando a las SPAs (*Sparsey Populated Areas*) que eran localizaciones con densidades inferiores a 12,5 hab/km².

Si se hace una revisión por las definiciones en España, el nomenclátor del INE (Instituto Nacional de Estadística) (INE, 2020a) define núcleo de población como un conjunto de al menos diez edificaciones con existencia de calles, que pudieran ser menos siempre que la población que reside en las mismas sea de al menos 50 habitantes.

La Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural *Boletín Oficial del Estado*, 299, de 14 de diciembre de 2007, define municipio rural de pequeño tamaño como aquel que posea una población residente inferior a los 5.000 habitantes y este integrado en el medio rural.

Del total de los más de 8.000 municipios que recoge el INE (INE, 2020b), más de 6.000 son, según el criterio anterior, rurales y se corresponden con poblaciones inferiores a los 5.000 habitantes. En la Tabla 3 se muestran un desglose de características de las mismas:

25 Definidas a partir de una cuadrícula de 1 km².

26 Las LAU2 (equivalentes a los Municipios en España) se dividen en *Densely populated areas (cities)*, *intermediate density areas (towns and suburbs)* y *Thinly populated (rural area)*.

Tabla 3. Tipologías municipales según variables demográficas y económicas (2017)

Tipo de municipio		Urbanos fuera de las AUF	Urbanos en AUF	Peri-urbanos en AUF	Municipios rurales			
					Rurubanos en las AUF	Rurubanos fuera de las AUF	Rurales de 5.000 hab y más hab.	Rurales menores de 5.000 hab.
Municipios	Número	38	187	655	478	211	443	6.112
	%	0,47	2,30	8,06	5,88	2,60	5,45	75,23
Superficie	Km ²	7.334	25.241	23.553	32.221	10.709	78.333	329.589
	%	1,45	4,98	4,65	6,36	2,11	15,45	65,01
Población	Residentes	1.576.840	20.263.500	10.467.813	3.237.828	2.010.136	4.807.305	4.208.710
	%	3,39	43,51	22,48	6,95	4,32	10,32	9,04
Densidad	Hab / Km ²	215,0	802,8	444,4	100,5	187,7	61,4	12,8
Edad media		41,63	42,82	41,5	42,25	41,82	43,14	48,09
Tasa de vejez		0,17	0,19	0,17	0,18	0,18	0,19	0,27
Índice de envejecimiento		1,06	1,25	1,03	1,14	1,09	1,32	2,43
Potencial de activos		65,83	65,59	66,11	65,52	65,25	65,16	61,24
Reemplazo de activos		0,93	0,83	0,92	0,87	0,93	0,89	0,65

Fuente: Delgado Urrecho, 2018.

La misma LDSMR, describe el concepto de zona rural y lo categoriza en tres tipologías, no sólo basadas en número de población:

A. Zonas rurales a revitalizar: tienen escasa densidad de población, alto nivel de empleo concentrado en el sector agrario, bajos niveles de renta y un importante aislamiento geográfico.

B. Zonas rurales intermedias: baja o media densidad de población, empleo diversificado entre el sector primario, secundario y terciario, bajos o medios niveles de renta y distantes de grandes núcleos urbanos.

C. Zonas rurales periurbanas: población creciente, predominio del empleo sector terciario, niveles medios o altos de renta y cerca de entorno urbanos.

A esta segmentación le asigna “Niveles de Prioridad”²⁷ con el objeto de desarrollar medidas de apoyo que varían en intensidad según el nivel de prioridad que tengan asignado (Rurales,2010).

Esta clasificación tiene similitudes con el concepto desarrollado en el ya mencionado artículo de Jose María Delgado Urrecho, en el que describe el ámbito rural profundo como el compuesto por ubicaciones de hasta 2.000 habitantes. Ese límite coincide con uno de los umbrales poblacionales utilizados por el INE y del que se puede ver una clasificación en la Tabla 4 adjunta:

Tabla 4. Variación de la población en municipios rurales afectados por la despoblación

Residentes	Municipios				Población 2017				Variación de población 2015-17			
	<5	5-10	10-30	Total	<5	5-10	10-30	Total	<5	5-10	10-30	Total
Menos de 100	1.063	197	36	1.296	57.005	14.203	2.749	73.957	-4.166	-833	-155	-5.154
100-499	875	834	691	2.400	180.151	201.606	201.313	583.070	-9.453	-9.399	-7.288	-26.140
500-999	90	204	429	723	60.993	140.807	308.587	510.387	-2.730	-6.057	-9.190	-17.977
1.000-1.999	31	100	323	454	40.424	137.249	454.064	631.737	-1.910	-4.633	-16.341	-22.884

Fuente: Delgado Urrecho, 2018.

Delgado Urrecho introduce en su análisis un nuevo concepto, a su vez descrito por el INE, que se encontraría a caballo entre el de Núcleo de Población y el de Municipio, la *Entidad Singular de Población*²⁸, definida como:

“cualquier área habitable del término municipal, habitada o excepcionalmente deshabitada, claramente diferenciada dentro del mismo, y que es conocida por una denominación específica que la identifica sin posibilidad de confusión”. DELGADO URRECHO, 2018

²⁷ Existen tres niveles de prioridad.

²⁸ Definición complementaria en la propia página del INE <https://www.ine.es/> y en la página del IGN (Instituto Geográfico Nacional) <http://www.ign.es/>.

Tabla 5. Población rural y urbana según residentes y unidad básica de cuantificación (2017)

Unidad básica de cuantificación	Población clasificada como rural			% del total de población	Población urbana	
	Rural (hasta 2.000)	Semirural (2.001-10.000)	Ambas (hasta 10.000)		Población	%
Núcleos y diseminado	7.834.337	8.170.879	16.005.216	34,4%	30.506.916	65,6%
Entidades singulares	6.377.572	8.249.310	14.626.882	31,4%	31.885.250	68,6%
Municipios	2.728.017	6.873.385	9.601.402	20,6%	36.910.730	79,4%

Fuente: Delgado Urrecho, 2018.

Si se incorporase la variante económica a la hora de identificar estos entornos, consideraríamos un ángulo promovido por la propia UE, definiendo las zonas como susceptibles de ayudas al despliegue de redes de banda ancha (European Commission, 2009b), siempre que su prioridad sea la de no interferir o alterar el funcionamiento de los mercados. De esta forma categorizan tres zonas, siendo las zonas blancas y, en menos medida, las grises las que formarían parte de esa área rural:

- **Zonas blancas:** aquellas donde no existe infraestructura de banda ancha NG (*Next Generation*) y no es probable que sean construidas en un plazo de tres años por inversores privados.
- **Zonas grises:** aquellas donde solo existe o se va a desplegar en los próximos tres años una de esas redes y ningún otro operador tenga previsto desplegar otra red NG en los próximos tres años.
- **Zonas negras:** existen como mínimo dos redes de acceso NG de diferentes operadores o si va a implantarse en los próximos tres años.

En base a esta revisión de literatura, variables y análisis, la investigación de esta tesis se enfoca en Entidades Singulares de Población de esa “España Vacía” donde hay mayor riesgo de brecha digital. Para evitar distorsiones en el estudio por la falta de datos muestrales suficientes, se eliminan de la muestra aquellas Entidades que no alcanzan los 100 habitantes censados. Como límite máximo se delimitaron 2.000 habitantes. Esta segmentación coincide con el concepto rural profundo de Delgado Urrecho; se corresponde en su gran mayoría con zonas rurales consideradas primera y segunda prioridad (según la LDMSR) y se asemeja mayoritariamente con zonas blancas o grises, susceptibles por tanto de recibir ayudas públicas a la conectividad según la EU.

Para tener el orden de magnitud de la dimensión del segmento seleccionado, se presenta el último informe de Cobertura de Banda Ancha publicado por la Se-

cretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021). Según este informe, se encuentran más de 5.200.000 españoles distribuidos en una cifra superior a las 12.000 Entidades Singulares de Población²⁹.

Tabla 6. Geotipos por Entidad Singular de Población

Rango de población	Nº Municipios	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Nº de viviendas totales
De 1.001 a 2.000	877	1.242.862	489.293	856.287
De 501 a 1.000	1.003	721.203	293.732	567.374
De 101 a 500	2.645	658.384	280.573	645.010

Fuente: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021.

29 Hay diferencias muy pequeñas, de entorno del 1% de la muestra, debidas a los distintos hitos temporales de medición entre las 12.010 Entidades Singulares de Población publicadas en este informe de la Secretaría en 2021 y la muestra de 12.175 que en capítulos posteriores proporcionó la misma Secretaría para facilitar la elaboración de esta investigación unos 6 meses antes. Fuera de muestra quedarían 1.108.942 habitantes repartidos en 47.239 Entidades Singulares de Población de los que no ha sido posible obtener datos para la elaboración de esta tesis según el mismo informe de la Secretaría.

2.2

Apoyos estatales al impulso de la Agenda Digital para España

“EL MEJOR CIMIENTO Y ZANJA DEL MUNDO ES EL DINERO.”

Miguel de Cervantes

La importancia de la intervención pública es fundamental para poder implementar los objetivos de la ADpE (Agenda Digital para España). Se realiza una revisión desde tres perspectivas:

2.2.1 Iniciativas Políticas para el despliegue de Infraestructuras y desarrollo de los Servicios TIC

El primer gran apoyo estatal al despliegue de conectividad en España fue previo a la existencia del ADpE. Se aprobó con el objeto de alinear España con el plan “eEuropa” y ocurrió durante el gobierno de José María Aznar en 1999, a través de la Iniciativa Estratégica para el Desarrollo de la Sociedad de la Información. La iniciativa se concretó en el “Plan Info XXI” (Muguruza, 2001).

A este le siguió, ya con el gobierno de Jose Luis Rodríguez Zapatero, el “Plan España.es” en 2004 (Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2004) que tuvo continuidad pocos meses después con el “Plan Avanza 2006-2010” (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2006). El “Plan Avanza” tenía la ambición de recuperar el retraso de España en aquel momento frente a los principales países de la UE en banda ancha.

Hubo varias fases de este programa, en 2010 se aprobó el “Plan Avanza 2” encargado de definir la estrategia en digitalización para el período 2011-2015 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2010). En 2011 se produce un hito muy relevante con la aprobación del servicio universal de banda ancha, siendo incorporado a la Ley de Economía sostenible (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2011).

Es ya con el gobierno de Mariano Rajoy, en 2012, cuando España debe desplegar su ADpE coordinada con la ADE (Agenda Digital Europea), para lo que se realizó

una extensa labor de asesoramiento. Destaca el informe de recomendaciones de la OCDE (OCDE, 2011) y la iniciativa por parte del MINETUR (Ministerio de Industria, Energía y Turismo) de invitar a un grupo de expertos de alto nivel³⁰ a proponer sus mejores ideas para la implantación de la Agenda Digital en España (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2012a).

El trabajo de esos expertos es publicado en lo que se denominó el *Informe de Recomendaciones del Grupo de Expertos de Alto Nivel para la ADpE* (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2012b) y fue determinante en la elaboración de la propuesta final.

La ADpE es aprobada por el Consejo de Ministros en febrero de 2013 (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013a) con objeto de desarrollar la economía y sociedad digital en España y, como pilar fundamental del mismo, fomentar el despliegue de redes ultrarrápidas³¹.

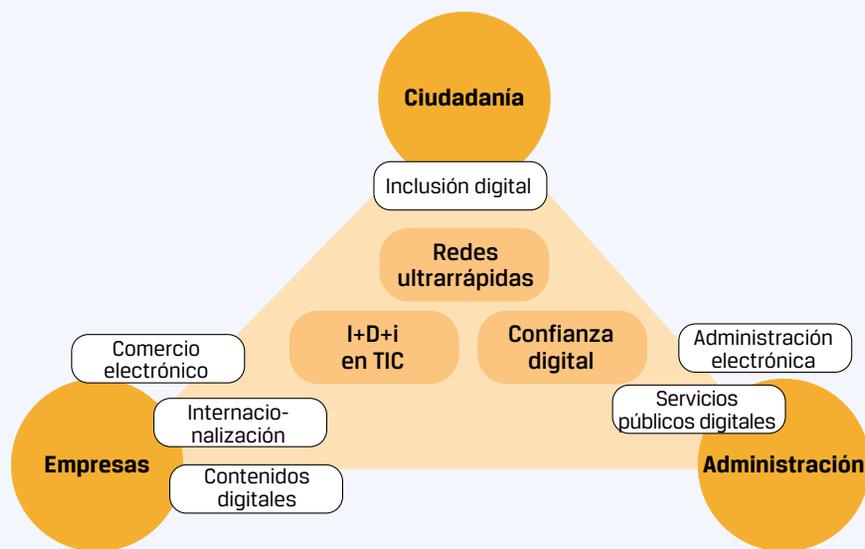
La puesta en marcha de la Agenda se articuló a través de nueve planes³², tres de los cuales eran transversales como aparece en la Figura 4. Entre ellos se encontraba el *Plan de Telecomunicaciones y Redes Ultrarrápidas*, publicado en junio de 2013 (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013b). El Plan contó con un amplísimo consenso al recibir el 95% de apoyo del Congreso, algo nada habitual en los debates políticos de la época.

30 Dentro de ese extraordinario grupo se encontraba mi gran amigo y mentor Ingemar Naeve, presidente de Ericsson en España desde el cambio de milenio y del tanto he aprendido. Heredé del mismo la posición de Consejero Delegado de Ericsson en España en enero de ese mismo año.

31 Los objetivos fueron: Desarrollar la economía digital para el crecimiento, la competitividad y la internacionalización de la empresa española; Mejorar la e-Administración y adoptar soluciones digitales para una prestación eficiente de los servicios públicos; Reforzar la confianza en el ámbito digital; Impulsar el sistema de I+D+i en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; Promover la inclusión y alfabetización digital y la formación de nuevos profesionales TIC y la mencionada Fomentar el despliegue de redes y servicios para garantizar la conectividad digital.

32 Los Planes fueron: Plan de confianza en el ámbito digital; Plan de desarrollo e innovación del sector TIC; Plan de inclusión digital y empleabilidad; Plan de TIC en PYME y comercio electrónico; Plan de internacionalización de empresas tecnológicas; Plan de impulso de la economía digital y los contenidos digitales; Plan de Acción de Administración Electrónica de la AGE; Plan de Servicios públicos digitales y el Plan de Telecomunicaciones y redes ultrarrápidas. A este y a los dos primeros se les consideraron de naturaleza transversal.

Figura 4. Planes de la Agenda Digital



Fuente: Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014.

La preparación del plan para el desarrollo de la ADpE culminó en mayo de 2014 con la publicación de la nueva Ley General de Telecomunicaciones (Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones, Boletín Oficial del Estado, 114, de 10 de mayo de 2014) cuyo principal fin era precisamente el de garantizar el cumplimiento de sus objetivos³³.

2.2.2 Acciones concretas aprobadas

La coordinación de iniciativas políticas y su traslado a la realización de acciones concretas, ha sido dirigida por la Secretaría de Estado encargada de la ADpE³⁴.

33 No vamos a entrar en la regulación posterior que pudiera estar relacionada con la comunicación de la comisión al Parlamento Europeo realizada el 14/09/2016 relativa a la conectividad para un mercado único digital competitivo- hacia una Sociedad Europea del Gigabit <https://eur-lex.europa.eu/>.

34 Y en la que como país hemos sido afortunados de los líderes que han estado al frente de la misma, destacando Baudilio Tomé, Francisco Ros, Bernardo Lorenzo y Víctor Calvo Sotelo, con el apoyo desde la Dirección General de Alberto García Raposo, como los grandes impulsores del despliegue de la banda ancha en nuestro país.

Esta Secretaría ha ido cambiando de denominación a lo largo de estos años, en el 2000 se inició como SETSI (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información); pasó a denominarse SESIAD (Secretaría de Estado para la Sociedad de la Información y Agenda Digital) en 2016; a continuación en 2018 fue SEAD (Secretaría de Estado para el Avance Digital) y por último SETELCO (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales) desde 2020, siendo el papel de Roberto Sánchez desde su nombramiento en 2018 como Director General y a partir de principios de 2020 como Secretario de Estado determinante en la última fase de apoyo a la ADpE y Sociedad del Gigabit.

Se ha mencionado que los primeros apoyos públicos al despliegue de banda ancha fueron previos a la existencia de la ADpE. Entre los principales, hay que destacar el primer “Plan PEBA”, expuesto en el *Plan de Extensión de Banda Ancha* (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008) y el “Plan Avanza Infraestructuras”, ambos vinculados a los Programas Avanza ya mencionados.

A estos apoyos siguieron nuevos planes ya dentro del marco de la ADpE y bajo el paraguas del Plan Nacional de Redes ultrarrápidas. Lo principales han sido:

- El Programa PEBA-NGA (Programa de Extensión de la Banda Ancha de Nueva Generación), siendo el inicial aprobado en 2013 con planificación hasta 2017 y luego extendido a 2018 (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020b). Con el objeto de impulsar y acelerar la extensión de cobertura de la banda ancha rápida y ultrarrápida, se buscaba fomentar la inversión privada a través de importantes aportaciones públicas complementarias (en forma de subvención y créditos blandos reembolsables) que no distorsionasen las condiciones de mercado, al centrarse en Zonas Blancas NGA.

A partir de 2015, con la incorporación de anticipos FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional), las ayudas pasaron prácticamente a ser subvenciones a fondo perdido.

La incorporación de los objetivos de la Sociedad del Gigabit en Europa hizo que este programa se extendiese de nuevo para el período 2019-2021 (Ministerio de Economía y Empresa, 2019) con novedades relevantes como la incorporación de despliegues en velocidades superiores a 300 Mbps y la incorporación de zonas Grises NGA (entendida como la proporcionada o prevista por un solo operador) siempre que tuvieran una cobertura en banda ancha rápida deficiente.

- El otro de los grandes programas aprobados fue el Plan LTE (Long Term Evolution) rural (BOE, 2018). Tenía el objeto de incrementar la cobertura universal de banda ancha de 30 Mbps a través del despliegue de redes móviles 4G. Para ello en el diseño de la subasta del espectro de 800Mhz, se estableció que los tres operadores de servicio que consiguieran 10Mhz estarían obligados, antes del 1 de enero de 2020, a ofrecer conjuntamente una cobertura que permitiese acceso a 30 Mbps en el 90% de los ciudadanos de poblaciones de

menos de 5.000 habitantes. Es importante tener en cuenta que el LTE no se considera NGA a los efectos de ayudas de estado, pues no garantiza los 30 Mbps de forma sostenida.

La tecnología móvil también se impulsó con la visión de la Sociedad del Gigabit, apareciendo el 5G en 2018 entre las tecnologías recomendadas y susceptibles de recibir apoyo público. Se definió como prioritario el lograr un rápido y ágil despliegue de las redes móviles ultrarrápidas, tecnología que se consideró clave para el futuro de España y con la que se planeaba replicar la historia de éxito que había conseguido este país en el despliegue de redes fijas ultrarrápidas.

Es relevante mencionar el Real Decreto aprobado en septiembre de 2016 (BOE, 2016) relativo a las medidas para reducir el coste del despliegue de las redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad, que aplicaba la directiva europea aprobada en 2014³⁵ y que incluyó aspectos relevantes como el que, ante la posibilidad de discrepancias entre administraciones a la hora de dar el visto bueno a instalaciones e infraestructuras, será el Consejo de Ministros el que tenga la última palabra por delante de ayuntamientos o comunidades autónomas.

Estos planes fueron complementados con programas y acuerdos de gobiernos autonómicos, que buscaban también acelerar el despliegue de banda ancha y reducir la brecha digital en sus respectivas demarcaciones (Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014:23).

2.2.3 Financiación pública

Los objetivos de la ADpE suponían un desafío inversor de magnitudes muy relevantes, pues el conseguir los índices de adopción establecidos (50% hogares en 2020) implicaba llegar a unos despliegues de prácticamente el 80% de esos hogares.

Existe un gran incremento de costes unitarios por despliegue por hogar, a partir de coberturas superiores al 60%, es por ello por lo que, sin niveles de ayuda pública muy elevados, la inversión privada nunca lo haría por sí misma (Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014:105).

La CE (European Commission, 2014b) estimó el montante para Europa de inversión necesaria en 270 Bn€ para conseguir llevar la adopción de 100 Mbps al

35 Disponible en <https://www.boe.es/>.

50% de los hogares y de 60 Bn€ adicionales para la universalización de los 30Mbs (el BEI calculó que, de ese monto de inversión, al menos la mitad sería necesaria para el despliegue en zonas rurales).

En cálculos realizados posteriormente, a consecuencia de la elaboración de los planes para la Sociedad del Gigabit en 2016, se estimó en 500 Bn€ la inversión precisa para hacerla realidad al incorporar requerimientos más exigentes.

En España se calculó que harían falta 12,6 B€ para cubrir todo el territorio con redes NGA, considerando en su cálculo el coste tanto de tecnologías fijas como móviles (FTTH, VDSL, DOCSIS 3 y LTE) (González & Barroso, 2013).

La UE durante el año 2013, regula la aplicación de ayudas públicas a los países miembros (ayudas genéricas, no específicas para la ADE), a través del Reglamento para la regulación de los EIE (Fondos Estructurales y de Inversión Europeos) para el período 2014-2020 (Diario Oficial de la Unión Europea, 2013).

El EIE (European Commission, 2016b), agrega cinco fondos, de entre los cuales, los que apoyan principalmente despliegues de banda ancha y reducción de la brecha digital son el FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) y el FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural³⁶) (Ministerio de Hacienda, 2021).

Para poder acceder a ellos, los Estados miembros asumían el compromiso de crear unos PNR (Planes Nacionales de Reformas) con una clasificación por “Ejes” que incorporaban OT (Objetivos Temáticos). En particular en el PNR 2014 (Ministerio de Hacienda, 2019) se incluyó el “Eje 4” relativo a Innovación y Nuevas Tecnologías³⁷ y dentro del mismo, la consecución de los objetivos de la ADpE quedó enmarcada en el OT2: “Mejorar el uso y la calidad de las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el acceso a las mismas”, donde se habilitó el que fuera susceptible de recibir fondos FEDER y FEADER.

La UE puso a disposición de los Estados miembros apoyos para la banda ancha por importe de 15 Bn€ en el período 2014-2020, entre las partidas incluidas en estos Fondos y préstamos del BEI (Tribunal de Cuentas Europea, 2018).

36 España quedó excluida de los FC (Fondos de Cohesión).

37 En este "Eje" se contemplaba el Plan de Acción de Administración Electrónica de la Administración General del Estado, el Plan de Servicios Públicos Digitales y el EECTI y Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 y dentro de él se encuadraban el OT1 Potenciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación y el OT2 mencionado.

Tabla 7. Resumen de las fuentes de financiación para los períodos de programación

Fuente de financiación	Tipo de ayuda	Importe en el período de programación (millones de euros)	
		2014-2020	2007-2013
Fondos Estructurales y de Inversión Europeos (Fondos EIE): Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)	Subvenciones	6.019	2.456
	Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader)	921	282
Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas (FEIE)	Préstamos	2.032	-
Mecanismo "Conectar Europa" (MCE) Instrumento de Deuda del MCE	Préstamos	16	
	Iniciativa WiFi 4EU	Subvenciones	120
Fondo de banda ancha para conectar Europa, del cual de la Comisión del BEI y el FEIE	Capital	240	-
		100	
		140	
Banco Europeo de Inversiones (BEI)	Préstamos	5.600	
Total disponible		14.948	2.738

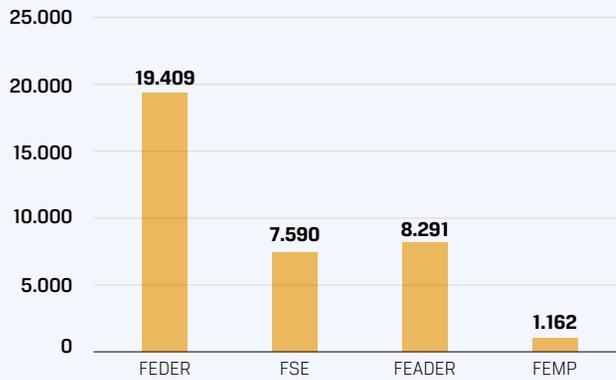
Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo, 2018.

Esta cantidad representa una parte muy baja si se compara con el total de fondos habilitados por la UE según se deduce del informe (Feasey et al., 2018). A pesar de la supuesta importancia estratégica de la ADE, tan solo el 5% de los 450 Bn€ de fondos EIE disponibles durante ese período se han dedicado a la banda ancha en Europa.

De entre ellos, los FEDER son los de mayor cantidad para apoyo a la banda ancha siendo aun así muy baja la cifra total. En Europa el montante asignado a los FEDER ha sido de 290 Bn€, de los cuales apenas 6,1 Bn€ se han dedicado a banda ancha. España sobre los 290 Bn€, obtuvo un total de fondos FEDER alrededor de 20 Bn€.

El fondo FEADER ha sido el siguiente en volumen de ayudas. Europa ha proporcionado 100 Bn€ a sus países miembros por este concepto y de ellos tan solo 1 Bn€ se ha dedicado a banda ancha. España recibió en concepto de FEADER cerca de 8 Bn€ sobre el total.

Figura 5. Dotación financiera de los Fondos EIE a España (millones EUR)



Fuente: Bosca et al., 2016.

Los Planes PEBA³⁸ ya mencionados (Ministerio de Economía y Empresa, 2019) se aprobaron en tres fases con distintas dotaciones, la correspondiente al período 2013-2017 con apoyos públicos de 216 M€ (entre subvenciones y préstamos); la correspondiente a 2018 dotado con apoyos de 150 M€ y las correspondientes al período 2019-2021 consistentes en un programa total de 400 M€³⁹.

Con todo ello y según el último informe del Programa de Conectividad (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020b), se concluye que España ha dedicado como apoyo público europeo a la banda ancha alrededor 460 M€ hasta el año 2019, es decir, el 1,6% del volumen total hasta la fecha (una cifra muy inferior al 3,6% de Italia o el 3,5% de Francia en el mismo período).

Se incorporan también los datos hasta junio de 2020 presentados por la Secretaría de Estado (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021) que, unido al apoyo a cargo de los presupuestos nacionales, da un resultante final de más de 620 M€ como apoyos asignados durante el período de la ADpE, tal como se aprecia en las Figura 6 y Tabla 8. Es importante destacar que este apoyo público ha movilizado una coinversión de fondos privados de casi 500 M€ adicionales.

38 Es difícil sacar una cifra exacta pues diversos informes miden en diversos momentos temporales, pero se presentan diversas fuentes que nos proveen de una idea muy aproximada de las cifras obtenidas en ayudas en España.

39 De los cuales en 2019 y 2020 se destinarían 150 M€ cada año, siendo el montante de subvención pública de aproximadamente el 75% de esas cantidades.

Figura 6. Apoyo Público al despliegue de las redes de telecomunicaciones



Fuente: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021.

Tabla 8. Ayudas en las diversas iniciativas PEBA

Convocatoria	Proyectos	Presupuesto Financiable	Subvención	Anticipo Reembolsable	Anticipo No reembolsable FEDER	Ayuda Concedida	Total Ayuda Convocatoria	% Fondos Públicos	% Privados	Hogares cubiertos 100 Mbps	Coste medio hogar
2013	29	36.496.067	4.752.441	31.687.721	0	36.440.162	55.000.000	13%	87%		
2014	64	52.554.893	6.950.752	45.022.716	0	51.973.468	65.000.000	13%	87%		
2015	100	164.460.559	7.339.529	0	50.499.293	57.838.822	63.000.000	35%	65%	795.857	207
2016	112	90.167.292	0	0	40.475.005	40.475.005	55.000.000	45%	55%	491.241	184
2017	138	169.483.808	24.987.413	0	79.951.540	104.938.953	105.000.000	62%	38%	626.731	270
2018	185	189.183.076	25.345.934	0	97.326.639	122.672.573	150.000.000	65%	35%	833.390	227
2019	125	199.793.486	24.723.701	0	115.426.146	140.149.847	150.000.000	70%	30%	494.943	404
2020	33	195.933.011	16.957.764	0	88.816.889	105.774.653	149.500.000	57%	43%		

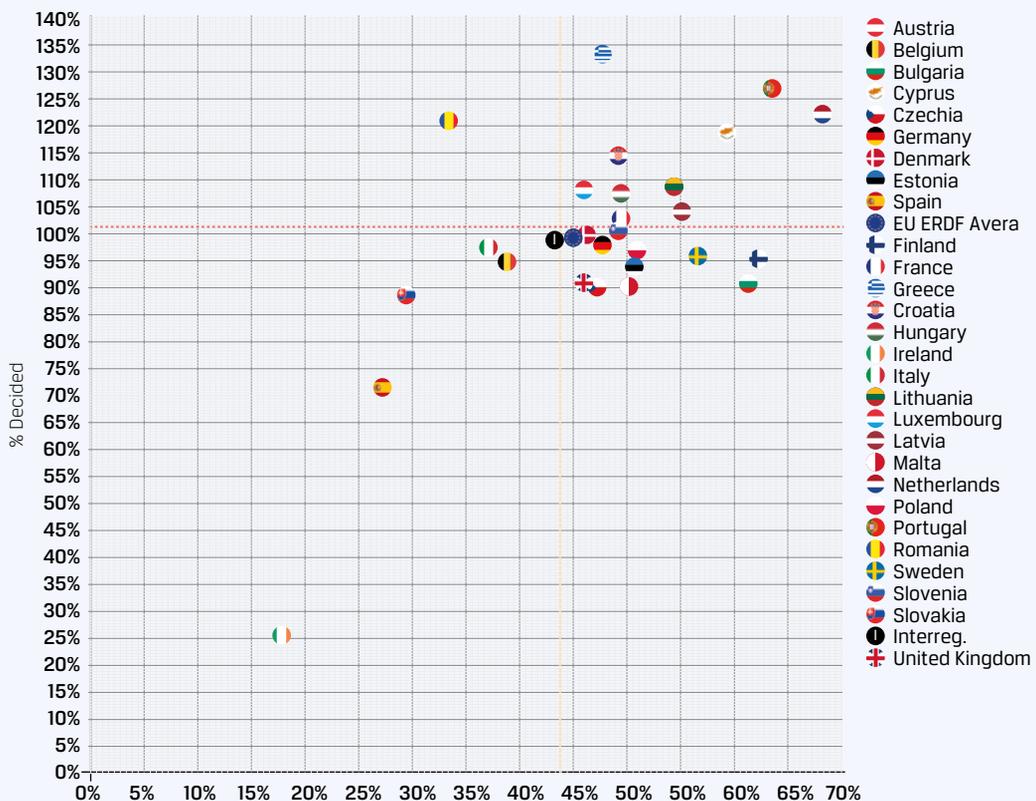
Fuente: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021⁴⁰.

40 <https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas>.

Estas ayudas se han distribuido a 130 operadoras que han presentado 786 proyectos.

Hay un aspecto donde claramente el país tiene campo de mejora. De los Fondos FEDER asignados solo el 70% se han adjudicado y ejecutado apenas el 14%. Es incuestionable la complejidad de estos procesos, pero esa dificultad existe en toda Europa y España ocupa una muy discreta penúltima plaza en comparación a vecinos europeos.

Figura 7. Implementación ESIF 2014-2020 por país



Fuente: European Commission, 2021a.

En lo referente a los cálculos en ayuda particular al sector TIC, el ratio es un poco más alto. En el despliegue de 100 Mbps de los 446 M€ presupuestados, se han adjudicado el 90% y ejecutado un 34% (158 M€). La cifra es inferior en el referente a los 30 Mbps, de los 90,5 M€ presupuestados sólo el 32% ha sido adjudicado con un apenas 12% ejecutado (European Commission, 2021a).

2.3

Tecnologías aplicadas en la Agenda Digital para España

“COMO NO ESTÁS EXPERIMENTADO EN LAS COSAS DEL MUNDO, TODAS LAS COSAS QUE TIENEN ALGO DE DIFICULTAD TE PARECEN IMPOSIBLE.”

Miguel de Cervantes

La selección de tecnologías siempre debe estar relacionada con los servicios y prestaciones que se pretende ofrecer. En esta línea define redes NG la CE:

“Se entiende que las redes de acceso de nueva generación deben tener como mínimo las siguientes características:

- *Prestar servicios fiables a muy alta velocidad por suscriptor mediante retorno óptico (o tecnología equivalente) lo suficientemente cercano a la localización del usuario para garantizar el suministro real de la muy alta velocidad;*
- *Apoyo a una gama de servicios digitales avanzados incluidos los servicios convergentes exclusivamente IP, y*
- *Tengan unas velocidades de carga mucho más elevadas (en comparación con las redes básicas de banda ancha).*

En la fase actual de desarrollo del mercado y tecnológico, las redes de acceso de nueva generación son:

- *Redes de acceso basadas en la fibra FTTx⁴¹*
- *Redes de cable mejoradas⁴² y*
- *Determinadas redes avanzadas de acceso inalámbrico capaces de ofrecer alta velocidad fiable por suscriptor”*

EUROPEAN COMMISSION, 2013C

Aunque la CE determina características de esas redes, siendo en teoría imparcial a la tecnología utilizada en las mismas, implícitamente se ha favorecido los

41 El término FTTx se refiere a FTTC (*Fiber to the Curve*), FTTN (*Fiber to the Node*), FTTP (*Fiber to the Premise*), FTTH (*Fiber to the Home*) y FTTB (*Fiber to the Building*).

42 Utilizando como mínimo la normativa «DOCSIS 3.0» para modem.

despliegues de fibra óptica. De igual forma los apoyos de la Administración española se han centrado esencialmente en tecnología FTTH para la otorgación de ayudas, ya que el LTE fue vinculado a subastas de licencias, como obligación de operadores para contribuir al servicio universal para aquellos que quisieran obtenerla, es decir esa fase se realizó íntegramente con inversión privada.

Se revisa en este apartado diversa literatura con estudios tanto técnicos como comerciales sobre las diversas tecnologías disponibles y la comparativa entre las mismas.

Eugenio Vázquez Carretero (Carretero, 2017) considera que la banda ancha rápida, se puede soportar técnicamente sobre redes con tecnología VDSL (*Very High rate digital subscriber line*) y sobre las tecnologías inalámbricas LTE (*Long Term Evolution*⁴³) y Wimax (*Worldwide interoperability for Microwave Access*).

La banda ancha ultrarrápida (velocidades de 100 Mbps o superiores), por su parte, necesita de conexiones de fibra óptica, para cuyo despliegue se emplean bien redes mixtas de fibra óptica y cobre FTTx (*Fiber to the x*⁴⁴), redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial HFC (*Hybrid Fibre Coaxial*⁴⁵) o bien las redes FTTH, que llevan la fibra óptica hasta el hogar (en su estudio no alude a las tecnologías inalámbricas como habilitadas para ser redes de banda ancha ultrarrápidas).

La Tabla 9 muestra las velocidades asociadas a los distintos tipos de banda ancha, las tecnologías que las proporcionan y las que son consideradas redes de acceso de nueva generación según Carretero, aunque las terminologías no coinciden exactamente con las expresadas por la CE en el Capítulo 1⁴⁶:

Tabla 9. Tipos de banda ancha y redes de acceso de nueva generación

Banda ancha	Velocidad	Tecnologías	NGAN
Básica	1 Mbps	ADSL, ADSL2+, HFC DOCSIS 2.0, UMTS y sistemas por satélite	No
Rápida	> 30 Mbps	LTE servicio fijo, WiMax y VDSL	Sí
Ultrarrápida	> 100 Mbps	FTTH y HFC DOCSIS 3.0	Sí

Fuente: Carretero, 2017.

43 También llamada 4G, dependiendo del autor.

44 basadas en fibra óptica hasta un punto de terminación en el bucle de abonado donde se realiza la conversión a pares de cobre.

45 basadas en el estándar DOCSIS 3.x (*Data Over Cable Service Interface Specification*).

46 (European Commission, 2014a).

Nikos Ioannou, junto a otros autores, explica en su estudio (Ioannou et al., 2020) que el VDSL no puede proveer en la práctica velocidades de 30 Mbps en áreas rurales, pues la distancia de cableado entre el cabinet y el hogar es de más de 1 km y tampoco son previsibles *upgrades* a futuro que lo permitan.

Esta es la explicación por la que este tipo de tecnología no se considera entre las utilizadas y/o subvencionadas en el despliegue de objetivos de ADpE para cubrir entornos rurales. Tampoco se menciona el Wimax, considerada ya una tecnología en desuso al haber sido reemplazada por 4G. La propia CE señala la importancia del 4G y en particular de la frecuencia de 800Mhz para conseguir la provisión de servicios de banda ancha de nueva generación en las zonas de menor densidad de habitante (Chico, 2015).

En literatura reciente se introduce entre las tecnologías inalámbricas válidas para el despliegue de redes rápidas y ultrarrápidas el 5G. Jesús Ferrandis indica que la cobertura de 30 Mbps se puede dar con las tecnologías fijas FTTH, DOCSIS 3.x y con inalámbrica LTE.

La velocidad de 100 Mbps se conseguiría con FTTH, FTTB, FTTC y DOCSIS 3.x y como tecnologías móviles con LTE-A (*Long Term Evolution-Advance*⁴⁷) y 5G, e introduce adicionalmente las necesarias para dar 1 Gbps donde incluye FTTH, FTTB y DOCSIS 3.1 y 5G en el caso inalámbrico (Ferrandis et al., 2020).

Tras esta revisión, se aprecia un consenso generalizado en las tecnologías a aplicar en la diversa literatura académica revisada desde el punto de vista técnico.

Se añade el componente inversor al técnico, pues la búsqueda de la eficiencia para conseguir los objetivos de la Agenda Digital al menor coste posible es objeto de interés tanto para inversores públicos como privados. A continuación, se expone literatura en secuencia temporal para hacer seguimiento de su evolución.

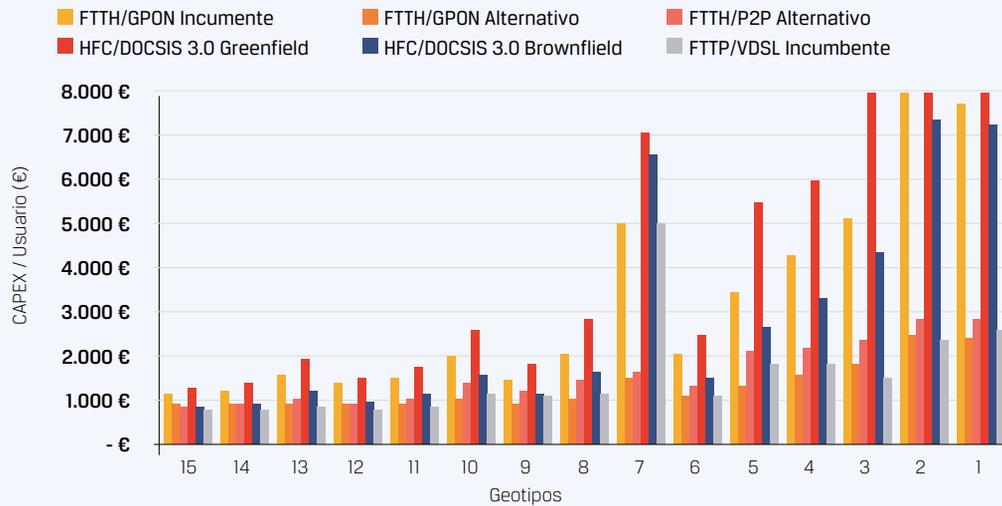
El primer estudio investigado data de 2011, fue realizado por Arturo Vergara (Pardillo, A.V., 2011) y compara tecnologías de acceso fijas entre sí. En particular redes de fibra hasta el hogar FTTH, hasta el edificio FTTB, la evolución de redes de cobre a redes de fibra hasta el nodo FTTN y la evolución de las redes híbridas de fibra óptica y coaxial HFC mediante tecnologías DOCSIS 3.x.

Como conclusión indica que, en poblaciones por debajo de 10.000 habitantes, las opciones de posible rentabilidad para el despliegue de estas tecnologías fijas son muy limitadas y en aquellas por debajo de 2.000 habitantes -que son el objeto de nuestro estudio y que se corresponden con los geotipos 1 al 4 aproximadamente-, las inversiones precisas son de una magnitud muy alta, como se aprecia en la Figura 8 segmentada por geotipos de población⁴⁸.

47 También llamada 4.5G, dependiendo del autor.

48 Según el estudio, los geotipos del 1 al 3 incluyen municipios en la franja <1k habitantes; los 4-6 se corresponden con municipios entre 1k-10k habitantes; los geotipos 7-9 incluyen poblaciones entre 10k-50k, los geotipos 10-12 incluyen municipios con población entre 50k-250k; finalmente, los geotipos 13-15, municipios por encima de 250k habitantes.

Figura 8. Comparativa de Capex por usuario según segmento poblacional



Fuente: Vergara Pardillo, 2011:184.

Se continúa la serie temporal de revisión de literatura con el estudio de Zoraida Frías Barroso realizado en el año 2015 (Barroso, 2015), en el que se analizan los costes por hogar/mes comparando la tecnología inalámbrica con tecnologías fijas, en particular LTE con FTTH y la inversión por hogar conectado segmentado según tamaño de municipio⁴⁹:

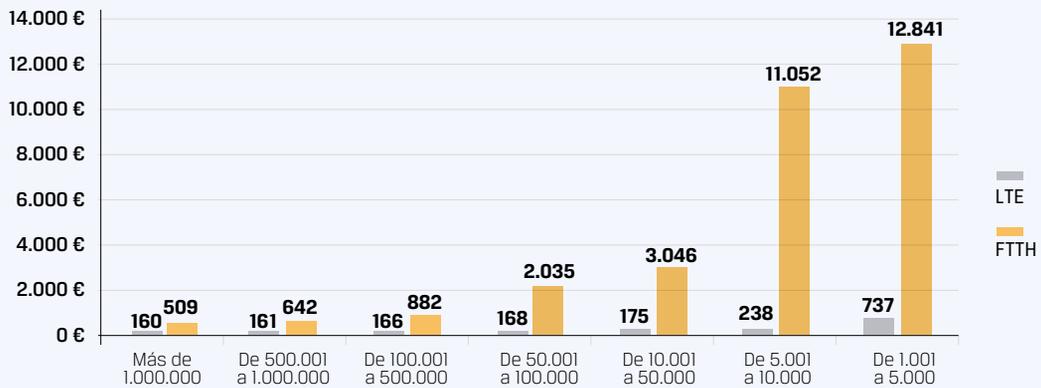
Tabla 10. Comparativa coste/hogar/mes por tecnología y tamaño municipio

	Coste/hog/mes FTTH	Coste/hog/mes LTE	Capex FTTH	Capex LTE
Más de 1.000.000	10,7 €	4,2 €	508,7 €	159,5 €
De 500.001 a 1.000.000	12,2 €	4,2 €	641,8 €	160,8 €
De 100.001 a 500.000	14,8 €	4,3 €	882,1 €	165,9 €
De 50.001 a 100.000	27,4 €	4,4 €	2.034,9 €	167,8 €
De 10.001 a 50.000	38,5 €	4,6 €	3.045,5 €	175,4 €
De 5.001 a 10.000	125,1 €	6,1 €	11.052,1 €	237,5 €
De 1.001 a 5.000	144,5 €	19,5 €	12.841,4 €	736,5 €
Menos de 1.000	854,1 €	489,6 €	78.113,4 €	18.528,7 €

Fuente: Barroso, 2015.

⁴⁹ Conviene mencionar la disparidad de inversión en comparación con los recogidos en la Tabla 8, probablemente debido a que se extrapolan casuísticas de costes europeas, donde las infraestructuras civiles disponibles han sido más limitadas y escasamente reutilizables para estos despliegues. En cualquier caso, es la literatura académica la que vamos a comparar.

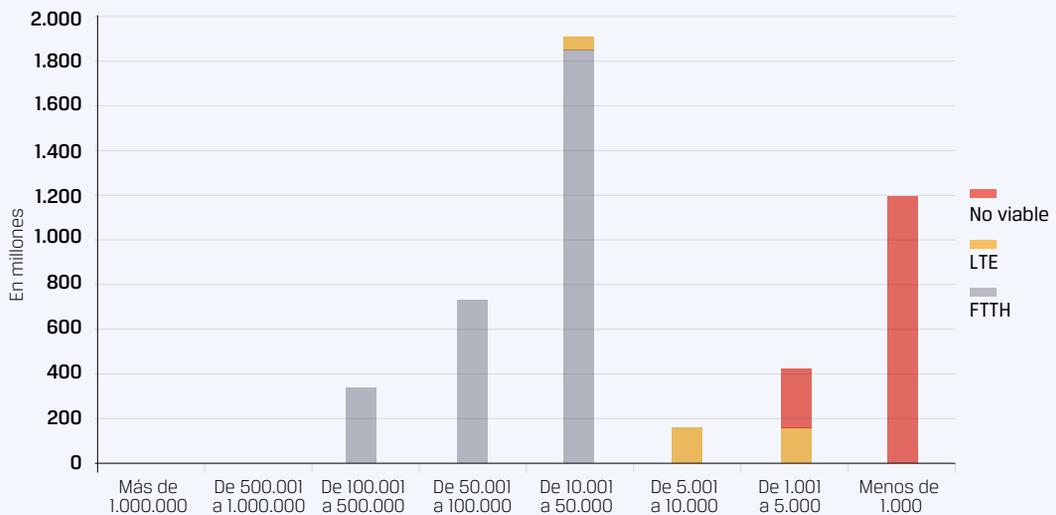
Figura 9. Comparativa inversión por hogar conectado entre LTE y FTTH según municipio



Fuente: Barroso, 2015:190.

Así mismo, en este estudio se calcula la inversión precisa para llegar con las dos tecnologías (FTTH y LTE) a cada tipología de población:

Figura 10. Inversión necesaria para LTE y FTTH según municipio



Fuente: Barroso, 2015.

Como conclusión se observa que, también en las poblaciones por debajo de 2.000 habitantes, las inversiones precisas, tanto en tecnologías fijas como móviles, generan lo que los operadores llaman “escenarios no viables” en los estándares habituales de retorno a la inversión solicitados por inversores privados.

El siguiente estudio que se menciona es del mismo año, elaborado por María Catalina Ovando Chico (Chico, 2015). Está centrado en la comparación de la tecnología inalámbrica LTE con un abanico de tecnologías fijas, en particular FTTH, FTTN y DOCSIS. El estudio concluye que las tecnologías fijas serían desplegadas rentablemente hasta el 70% de la población aproximadamente.

A partir de ahí -es decir, básicamente en zonas rurales- el único despliegue recomendado en este estudio sería el LTE⁵⁰. Es importante reseñar que se limita a calcular costes de inversión de entornos rurales con una densidad de 100 habitantes por km², densidades mucho más elevadas que las del segmento objeto de esta tesis.

En la Tabla 11 y las Figuras 11 y 12 observamos los requisitos con los que se ha dimensionado este estudio, la inversión acumulada precisa para un despliegue de esas características en el territorio nacional y el Capex por hogar conectado:

Tabla 11. Dimensionamiento realizado

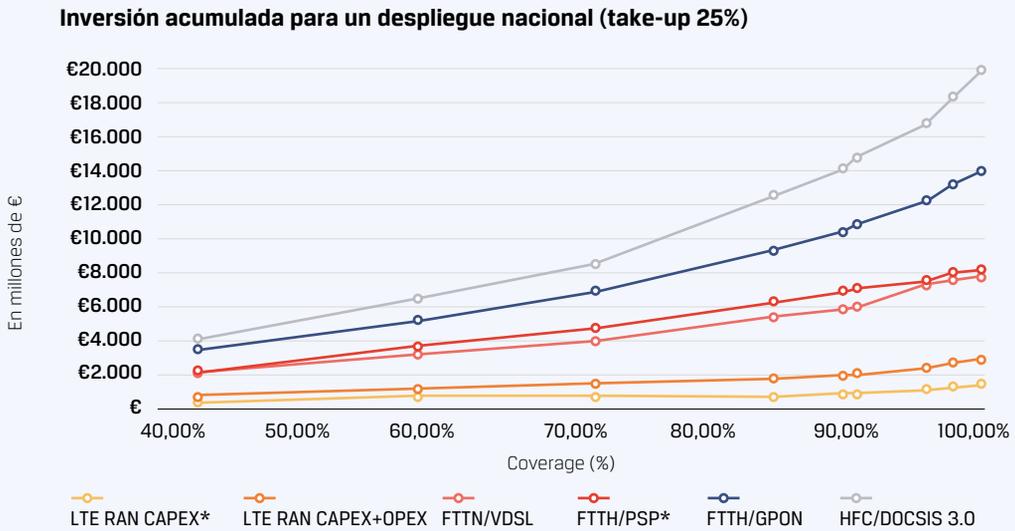
Tecnologías consideradas	Velocidad DL	Velocidad UL	Tráfico en BH	Tráfico DL usuario (Kbps)	Límite de descarga mensual	WACC
LTE	24-35 Mbps	10 Mbps	20%	6144	10 Gb	13%
FTTN / VDSL	50 Mbps	10 Mbps	40%	8000	Ilimitado	10,82%
FTTN / GPON	100 Mbps	10 Mbps	40%	8000	Ilimitado	12,5%
HFC / DOCSIS 3.0	100 Mbps	10 Mbps	40%	8000	Ilimitado	12,5%

Parámetros técnicos y de servicio para las tecnologías utilizadas

Fuente: Chico, 2015.

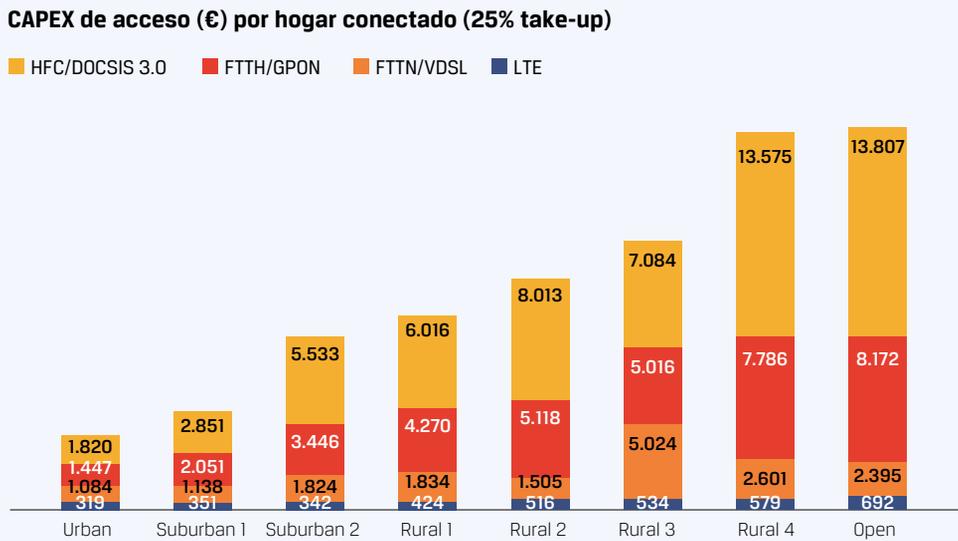
50 Se matiza en el estudio que no se está considerando en el cálculo de costes del LTE el preciso para garantizar 30 Mbps, sino sencillamente el básico para llegar a esa velocidad en picos, con lo cual las cifras de rentabilidad de este estudio no serían las que se precisan para los objetivos de la ADpE.

Figura 11. Inversión acumulada a nivel nacional para ese dimensionamiento



Fuente: Chico, 2015.

Figura 12. Capex por hogar conectado por tecnología



Fuente: Chico, 2015.

No se observan diferencias muy significativas en relación con los estudios previos, ni en las cantidades invertidas según tipología de municipio, ni en la valoración sobre hasta qué tamaño de municipios la inversión privada recuperaría la inversión.

Se continúa la revisión de literatura, con el análisis del estudio comparativo de Jesús Ferrandis (Ferrandis et al., 2020) realizado a nivel agregado europeo. En el mismo considera el Capex necesario por tecnología para despliegue⁵¹ y en ése se incorporan también las inversiones precisas para despliegue de tecnología inalámbrica 5G.

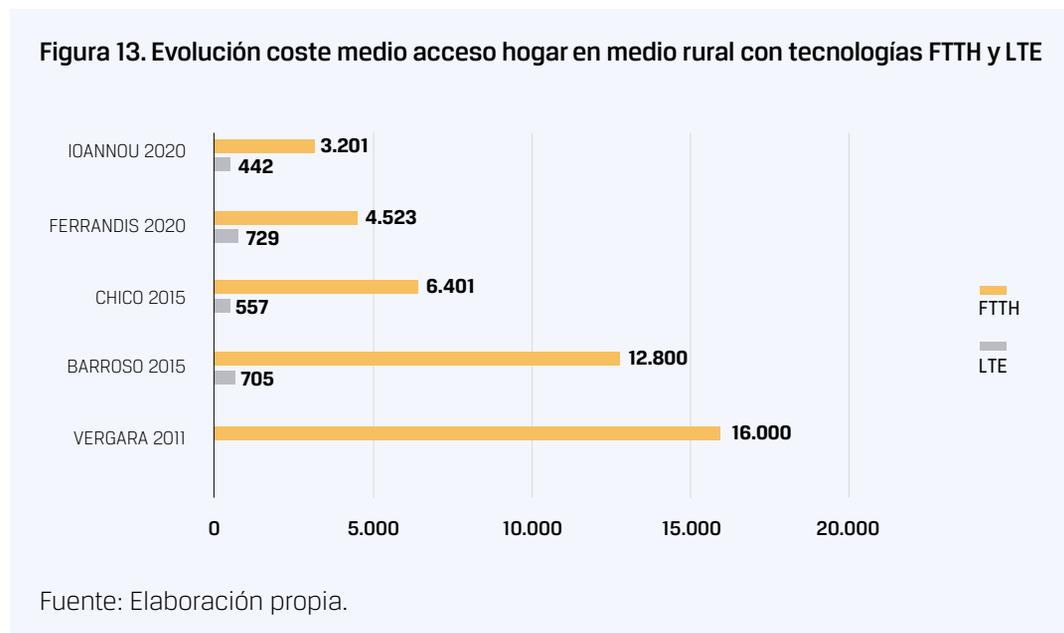
Tabla 12. Cálculo de despliegue medio en Europa por tecnología y hogar

	Urban	Suburban	Semi-rural	Rural	Extreme rural
FTTH	561	1.376	2.032	2.633	6.783
FTTB	416	838	1.375	2.134	2.467
FTTC	283	476	816	1.380	1.549
Upgrade to FTTH from FTTB	188	643	813	870	4.836
Upgrade to FTTH from FTTC	321	1.005	1.372	1.455	5.754
Upgrade to FTTH prepared for 1 Gbps from 100 Mbps FTTH	112	275	406	527	1.357
Upgrade to DOCSIS 3.1 from DOCSIS 3.0	80	196	290	375	967
LTE-A guaranteed quality	374	478	582	912	1.163
LTE-A nominal quality	59	104	207	641	817
5G guaranteed quality	712	930	1.131	1.692	7.088
5G nominal quality	444	565	687	871	1.330
5G for railways nominal quality (€/km)			35.000		
5G for railways guaranteed quality (€/km)			55.000		
5G for roads nominal quality (€/km)			95.000		
5G for roads guaranteed quality (€/km)	-		115.000		

Fuente: Ferrandis et al., 2020.

51 Este Capex no incorpora inversiones adicionales precisas en core, backbone, transporte, redes de agregación ni CPE (*Customer Premises Equipment*).

Como conclusión en la Figura 13 se recoge un resumen de las tendencias de evolución de costes por acceso hogar en las tecnologías FTTH y LTE como resultado de los análisis previos de la literatura investigada:



Aunque la reducción de inversión ha sido muy significativa por la evolución tecnológica, siguen siendo cifras muy elevadas para poder desplegar fibra en entornos rurales.

Es importante aclarar que el coste de despliegues europeos, principal objeto del estudio de la literatura analizada es en general notablemente más caro que los desplegados en España, básicamente por el encarecimiento de infraestructura civil.

Por ello no es posible obtener de esta revisión conclusiones que puedan aplicarse a la situación de España. Lo que sí se puede determinar respecto a los operadores privados, como seguimiento de los Planes PEBA-NGA según se presentó en la Tabla 10, es que, cuando la parte de la inversión privada es ya superior al entorno de 150 € por hogar, no se presentan candidatos para abordar esos proyectos. Dichos proyectos ni siquiera se acometen por parte de aquellos operadores que en su plan de negocio pueden incluir en su retorno a la inversión, además del de clientes, el ahorro de cierre de centrales y el apagado de redes de cobre.

2.4

Resultado obtenido

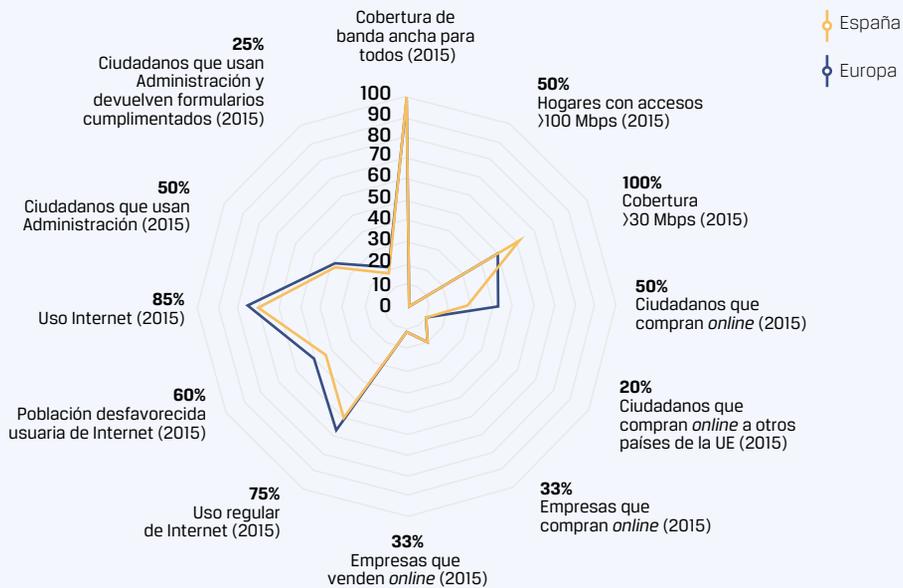
“SI ALGO SE GANA, NADA SE PIERDE.”

Miguel de Cervantes

La situación de partida de España al inicio del plan se detalla en la Figura 14 y en la Tabla 13.

Se muestra la comparación entre la situación de España en 2011 (color rojo) con la media de la UE27 (color azul) para los objetivos de la ADE:

Figura 14. Comparativa España-UE27



Fuente: Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014.

Y a continuación los indicadores que se pretendían conseguir en el año objetivo:

Tabla 13. Objetivos ADpE

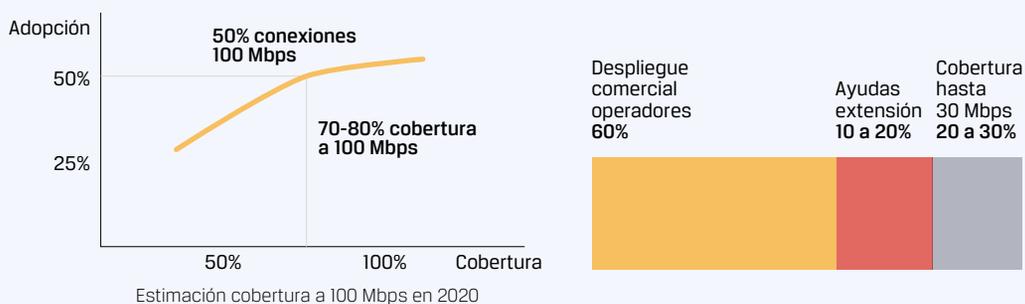
Indicadores objetivo del Plan de telecomunicaciones y redes ultrarrápidas	Valor base España (2012)	Evolución 2013	Valor a alcanzar en 2015	Valor a alcanzar en 2020
Población con cobertura de más de 100 Mbps	47%	52%	50%	
Población con cobertura FTTH	9%	14%	50%	
Población con cobertura HFC	46%	47%	47%	
Hogares conectados a redes NGA	12%		25%	
Hogares conectados con más de 100 Mbps	0,06%		5%	50%
Hogares con cobertura VDSL (30 Mbps)	11%	12%		
Hogares conectados con más de 30 Mbps			12%	
Población con cobertura 4G	-		75%	
Población con cobertura de 30 Mbps		59%		100%

Indicadores de banda ancha (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, 2014; Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013b; Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013c).

Fuente: Ovando, 2015.

Como se ha mencionado, el objetivo del desarrollo de la banda ancha siempre representa un esfuerzo conjunto público-privado. De hecho, la propia Comisión estimaba cuál sería ese ratio. Consideraba que los operadores de Telecomunicación asumirían inversiones hasta el 60% de cobertura de redes de 100 Mbps (por ser rentable comercialmente), siendo por tanto necesarias las ayudas públicas en, al menos, el 10- 20% adicionales en cobertura, para llegar a la mínima estimada que permita conseguir el ratio de adopción objetivo (50%):

Figura 15. Estimación de apoyo público preciso a despliegues



Fuente: Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014.

En España el porcentaje de inversión privada ha sido muy superior a esa recomendación. Según publicó el periódico El País en 2011, los operadores habrían invertido en acceso 31Bn por aquel entonces (Muñoz, 2011).

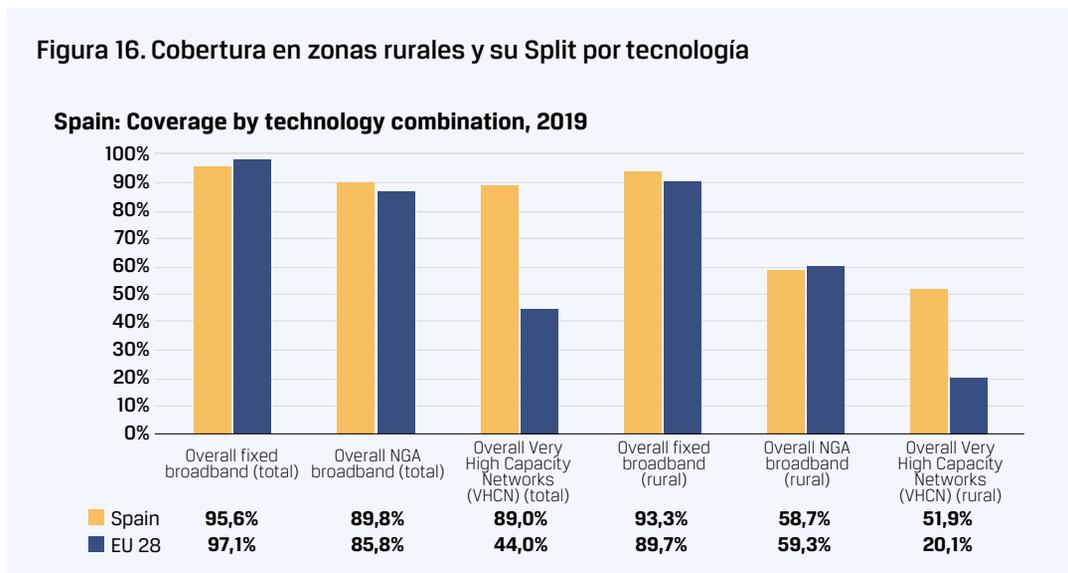
Aunque la gran iniciativa inversora privada llegó a continuación de esa fecha. Fue el denominado “milagro de la fibra” que Luis Miguel Gilpérez, antiguo presidente de Telefónica de España y unos de sus protagonistas, describe muy bien en su publicación España 5.0 (Gilpérez, 2020). En ella resalta el enorme esfuerzo inversor privado que se produjo especialmente entre 2011 y 2017.

Este esfuerzo se menciona también en el blog de uno de los periodistas más conocedores del sector, Ignacio del Castillo (Del Castillo, 2020), que estima la inversión de Telefónica en red principal en 4,5 bn€ (sobre los más de 7,5 bn€ que sería la suma de inversión privada de todos los operadores en fibra en España), siendo muy superior por tanto a el ratio que la propia Comisión anticipaba⁵².

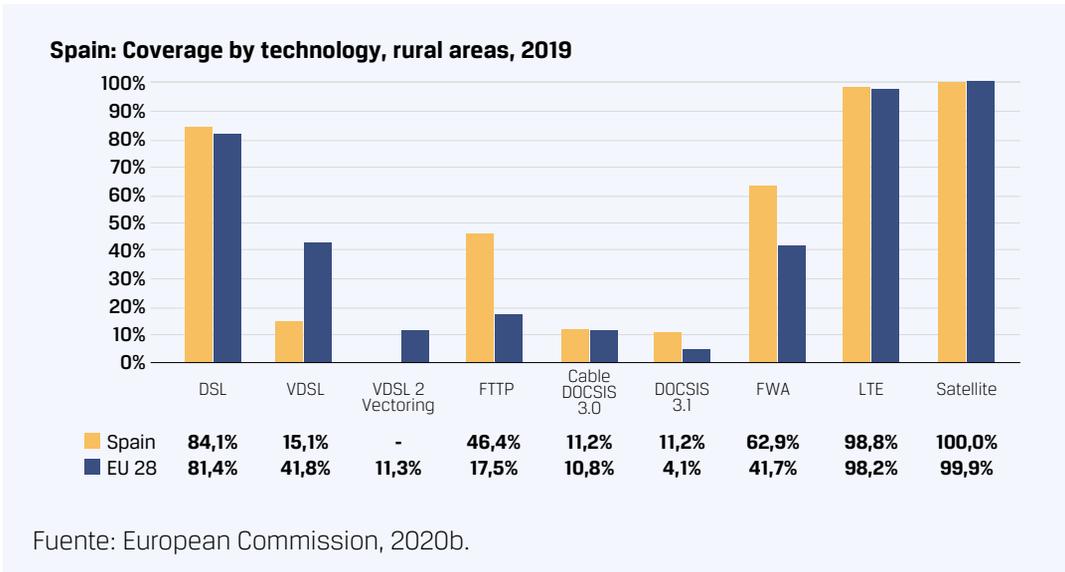
Como consecuencia de esta gran inversión privada y el esfuerzo público, haciendo zoom en las zonas rurales objeto de nuestro estudio, se enumeran los resultados obtenidos según recogen diversas fuentes.

El informe de IHS Markit encargado por la comisión europea (European Commission, 2020b) compara el resultado de España con el resto de Europa, en el año 2019 y se presenta el resultado de la Figura 16:

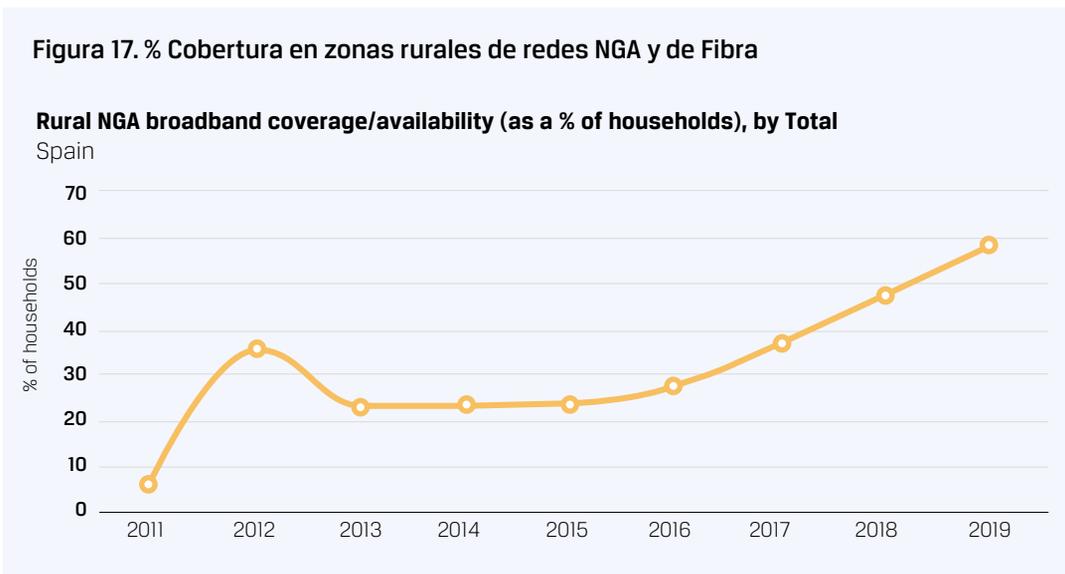
Figura 16. Cobertura en zonas rurales y su Split por tecnología

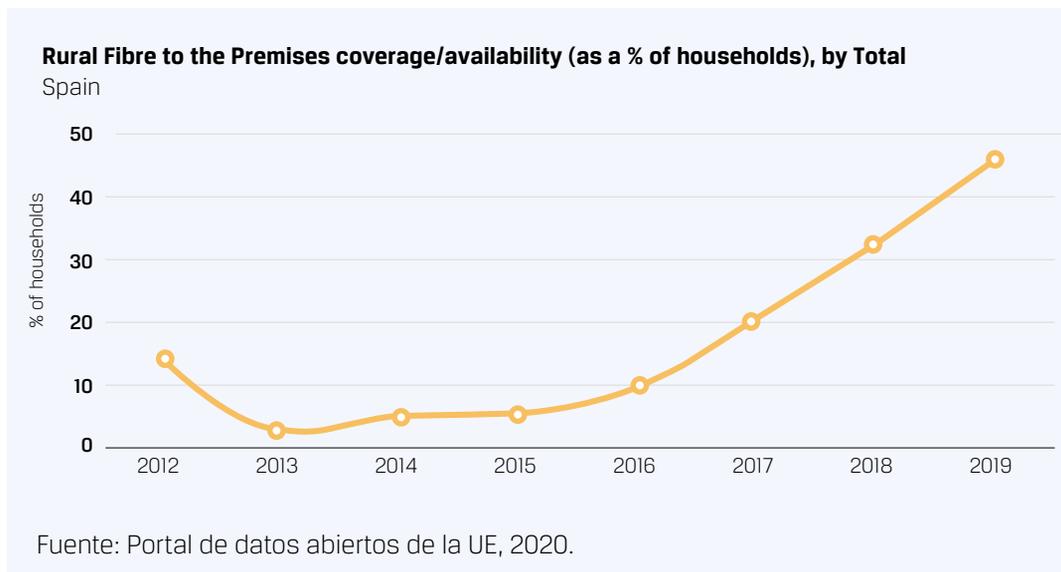


52 Si se toman los datos de la Figura 15 y se asume que esos 7,5Bn de inversión privada corresponden al 60% de inversión privada comercial, se deduce que el 10-20% de extensión pública deberían haber correspondido a un rango de subvención de entre 1,25Bn y 2,5Bn, cifra que dista mucho de los 621M de apoyos, tal y como se recoge en la Figura 6.



Son cifras muy parecidas a las que también alude el informe del Digital Scoreboard de la misma Comisión (Portal de Datos Abiertos UE, 2020), donde se indica la tendencia a lo largo del período de implementación de la ADpE en cobertura, número de subscriptores en fibra, hogares con cobertura en banda ancha rápida y ultrarrápida, así como la cobertura en entornos rurales de fibra y redes NGA:





Se revisan también fuentes en España. En concreto, la Secretaría de Estado publicó en 2020 el destino de los planes PEBA en lo referente a la tipología de zona cubierta hasta el año 2019 (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020d):

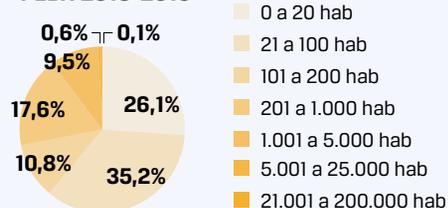
Figura 18. Resultados PEBA-NGA 2013-2019

Tipología de las zonas cubiertas

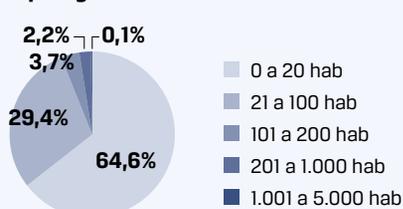
Nº de zonas



Tipología de las zonas cubiertas PEBA 2013-2019



Tipología de las zonas blancas NGA



Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020d.

Basado en el artículo científico publicado por Diego Rodríguez (Rodríguez, 2020) junto con los datos de la propia Secretaría, se ha podido elaborar la siguiente tabla:

Tabla 14. Cobertura de banda ancha (en % de población) de alta calidad: (red fija)>30Mbps) y 4G

Entidades de población COBERTURA (% POBLACIÓN)				
Habitantes	Red fija (calidad NGA)	4G	Población	#entidades
Menos de 100	8,5%	93,5%	1.112.829	46.860
101 a 1.000	25,9%	96,4%	3.343.262	10.900
1.001 a 5.000	53,9%	99,9%	5.878.664	2.626
5.001 a 10.000	78,7%	100%	4.298.750	611
10.001 a 50.000	90,1%	100%	1.120.000	560
50.001 a 200.000	98,8%	100%	9.792.467	98
200.001 a 1.000.000	99,9%	100%	6.093.140	17
Más de 1.000.000	100,0%	100%	4.803.790	2
Total	84,89%	99,6%	46.522.902	61.674

Entidades de población COBERTURA (% POBLACIÓN)				
Habitantes	Red fija (calidad NGA)	4G	Población	#municipios
Menos de 100	18,3%	68,7%	74.670	1.305
101 a 1.000	17,7%	90,8%	1.382.544	3.654
1.001 a 5.000	34,7%	99,4%	4.285.800	1.849
5.001 a 10.000	67,7%	99,7%	3.856.452	549
10.001 a 50.000	81,7%	99,9%	12.500.000	605
50.001 a 200.000	94,8%	100%	10.900.000	117
200.001 a 1.000.000	97,0%	100%	8.714.397	26
Más de 1.000.000	100,0%	100%	4.803.790	2
Total	84,89%	99,6%	46.517.653	8.107

Fuente: Rodríguez, 2020.

Concluyendo que más de 600.000 españoles distribuidos a lo largo de unas 10.000 Entidades singulares de Población no llegan a tener una conectividad mínima, según los datos disponibles, fechados de 2019:

Tabla 15. Población sin Cobertura de 30Mbps (ni fija ni móvil)

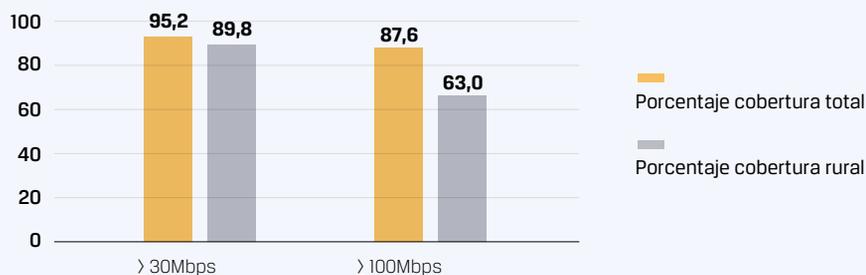
Habitantes	Cobertura red fija (calidad NGA)	Población	#entidades
Menos de 100	9,8%	161.810	9.164
101 a 1.000	16,2%	360.917	1.429
1.001 a 5.000	37,9%	49.734	30
10.001 a 50.000	65,7%	33.429	3
Total	19,0%	605.890	10.626

Fuente: Rodríguez, 2020.

Por último, esta revisión se complementa con el informe publicado por la Secretaría de Estado con datos calculados hasta junio de 2020 (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021) con las coberturas alcanzadas en 30 Mbps y en 100 Mbps diferenciando entre coberturas totales y rurales:

Figura 19. Cobertura según velocidad

Comparativa de coberturas por velocidad



Fuente: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021.

La cobertura de hogares de más de 30 Mbps sería la siguiente a nivel municipios y de Entidad Singular de población:

Tabla 16. Cobertura de 30 Mbps en Municipios y Entidades Singulares de Población

Rango de cobertura	Nº Municipios	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Hogares cubiertos > 30Mbps
90 ≤ x ≤ 100	5.117	41.230.875	15.935.662	15.625.728
80 ≤ x ≤ 90	700	3.570.112	1.341.820	1.153.141
70 ≤ x ≤ 80	357	845.985	321.792	243.013
60 ≤ x ≤ 70	250	466.386	180.401	118.170
50 ≤ x ≤ 60	201	313.195	119.964	65.228
40 ≤ x ≤ 50	147	226.374	90.796	41.900
30 ≤ x ≤ 40	116	101.278	40.789	13.612
20 ≤ x ≤ 30	122	70.109	28.192	6.885
10 ≤ x ≤ 20	88	62.641	25.170	3.959
0 ≤ x ≤ 10	1.033	139.253	60.870	664
Totales	8.131	47.026.208	18.145.456	17.272.299

Rango de cobertura	Nº Entidades	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Hogares cubiertos > 30Mbps
90 ≤ x ≤ 100	36.007	41.590.747	16.080.873	15.873.876
80 ≤ x ≤ 90	3.493	2.786.636	1.037.436	884.668
70 ≤ x ≤ 80	1.746	887.791	342.771	257.353
60 ≤ x ≤ 70	1.256	455.666	171.279	111.865
50 ≤ x ≤ 60	1.067	323.437	121.053	66.441
40 ≤ x ≤ 50	634	263.955	102.979	47.331
30 ≤ x ≤ 40	614	71.388	28.331	9.820
20 ≤ x ≤ 30	509	136.863	53.300	13.345
10 ≤ x ≤ 20	467	88.738	34.816	5.426
0 ≤ x ≤ 10	16.025	420.987	172.616	2.174
Totales	61.818	47.026.208	18.145.456	17.272.299

Fuente: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021.

Y a continuación se presentan las mismas Tablas en el caso de 100 Mbps:

Tabla 17. Cobertura de 100 Mbps en Municipios y Entidades Singulares de Población

Rango de cobertura	Nº Municipios	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Hogares cubiertos \geq 100Mbps
90 \leq x \leq 100	1.953	33.493.661	13.014.319	12.712.168
80 \leq x \leq 90	544	5.781.078	2.158.565	1.846.444
70 \leq x \leq 80	354	2.171.307	821.937	619.065
60 \leq x \leq 70	234	1.345.598	498.447	328.178
50 \leq x \leq 60	159	813.356	302.644	166.477
40 \leq x \leq 50	139	695.036	263.343	120.589
30 \leq x \leq 40	97	324.014	122.125	43.473
20 \leq x \leq 30	105	297.453	112.769	28.211
10 \leq x \leq 20	187	332.354	126.467	18.500
0 \leq x \leq 10	4.359	1.772.351	724.841	9.030
Totales	8.131	47.026.208	18.145.456	15.892.135

Rango de cobertura	Nº Entidades	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Hogares cubiertos \geq 100Mbps
90 \leq x \leq 100	7.476	35.940.199	13.931.001	13.763.373
80 \leq x \leq 90	1.306	3.635.809	1.351.629	1.156.234
70 \leq x \leq 80	1.059	1.628.720	616.439	462.704
60 \leq x \leq 70	850	973.145	361.213	235.991
50 \leq x \leq 60	692	560.192	208.035	115.003
40 \leq x \leq 50	542	494.358	187.382	86.141
30 \leq x \leq 40	477	226.669	85.612	29.528
20 \leq x \leq 30	466	206.349	77.719	19.912
10 \leq x \leq 20	648	263.817	101.614	13.892
0 \leq x \leq 10	48.302	3.096.950	1.224.812	9.357
Totales	61.818	47.026.208	18.145.456	15.892.135

Fuente: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021.

En el mismo informe se calcula lo que será la futura cobertura de 100 Mbps, es decir, la consideración de los proyectos que están en ejecución y/o aprobados cuando estos estén finalizados por completo. Esto es lo que se denomina fase prospectiva⁵³. Los datos llegarán a alcanzar el 82,6% de las zonas rurales según el desglose recogido en la Tabla 18:

Tabla 18. Cobertura de 100 Mbps incluyendo la Fase Prospectiva de hogares

Rango de cobertura	Nº Municipios	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Hogares cubiertos > 100Mbps
90 $\leq x \leq 100$	4.413	37.406.989	14.516.445	14.217.071
80 $\leq x \leq 90$	697	5.123.408	1.921.141	1.649.879
70 $\leq x \leq 80$	401	1.838.344	682.610	518.410
60 $\leq x \leq 70$	282	910.511	344.450	227.727
50 $\leq x \leq 60$	239	592.189	224.196	124.057
40 $\leq x \leq 50$	124	256.411	98.669	45.664
30 $\leq x \leq 40$	79	164.066	61.454	21.299
20 $\leq x \leq 30$	72	111.036	43.234	10.787
10 $\leq x \leq 20$	111	154.040	60.221	8.873
0 $\leq x \leq 10$	1.713	469.214	193.036	3.334
Totales	8.131	47.026.208	18.145.456	16.827.100

Rango de cobertura	Nº Entidades	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Hogares cubiertos > 100Mbps
90 $\leq x \leq 100$	21.527	39.225.016	15.195.979	15.036.031
80 $\leq x \leq 90$	2.132	2.841.636	1.058.776	904.004
70 $\leq x \leq 80$	2.042	1.629.833	613.473	461.263
60 $\leq x \leq 70$	2.141	795.388	297.959	194.943
50 $\leq x \leq 60$	1.732	609.720	232.876	129.593
40 $\leq x \leq 50$	1.048	268.017	102.870	47.488
30 $\leq x \leq 40$	829	191.300	71.530	24.888
20 $\leq x \leq 30$	747	143.890	54.068	13.821
10 $\leq x \leq 20$	750	169.751	65.088	9.038
0 $\leq x \leq 10$	28.870	1.151.657	452.838	6.031
Totales	61.818	47.026.208	18.145.456	16.827.100

Fuente: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021.

53 La media de tiempo de ejecución desde su aprobación son dos años.

Como conclusión, España no habría alcanzado el objetivo de servicio universal para todos sus ciudadanos con 30 Mbps según los últimos datos conocidos publicados y la revisión realizada, aunque el esfuerzo realizado durante la Agenda Digital ha sido muy relevante, especialmente en la ambición en los dos últimos años de incluir a la España rural:

Figura 20. Tendencia de cobertura de 30 Mbps

Evolución cobertura Banda Ancha 30 Mbps



Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021.

En base a lo analizado, no tenemos datos concluyentes que nos permitan afirmar si se habrá conseguido el 50% de adopción de hogares de 100 Mbps. Es sin duda muy relevante el esfuerzo realizado en cobertura global al alcanzar el 87,58%.

Figura 21. Tendencia de Cobertura de 100 Mbps

Evolución cobertura Banda Ancha 100 Mbps



Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021.

Analizando los ratios de líneas activas según el último informe publicado por la CNMC y su actualización de líneas a cierre de 2020:

Tabla 19. Tendencia de Cobertura de 100 Mbps

Tipo	Municipio tipo	Población (2019)	Accesos minoristas de banda ancha en servicio xDSL	Accesos minoristas de banda ancha en servicio HFC DOCSIS 3.x	Accesos minoristas de banda ancha en servicio FTTH	Total Accesos de banda ancha
1	Madrid	3.266.126	93.963	140.780	1.111.821	1.346.564
2	Barcelona	1.636.762	58.460	67.721	595.542	721.723
3	500.000 < Población < 1.000.000	2.732.531	69.681	227.360	710.471	1.007.512
4	100.000 < Población < 500.000	11.196.460	363.570	958.800	2.727.395	4.049.765
5	50.000 < Población < 100.000	6.075.765	260.218	304.884	1.469.815	2.034.917
6	10.000 < Población < 50.000	12.553.110	831.133	459.284	2.436.049	3.726.466
7	5.000 < Población < 10.000	3.865.826	336.484	82.440	565.316	984.240
8	1.000 < Población < 5.000	4.245.213	523.428	31.736	352.625	907.789
9	Población (<= 1.000)	1.454.415	242.056	540	39.154	281.750
Total		47.026.208	2.778.993	2.273.545	10.008.188	15.060.726

Fuente: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, 2020.

Si consideramos una línea por vivienda activa y lo relacionamos con el número de viviendas por hogar publicado por la Secretaría de Estado, que aparece en la Tabla 20, asumiendo que todas las viviendas son residenciales, entonces la adopción alcanzada no habría llegado a ese 50% a nivel agregado⁵⁴. Aunque al no tener esa confirmación, no saber si las viviendas incluyen los locales de negocios, ni las líneas medias de negocios en ese caso, no podemos garantizar esa afirmación.

54 La Tabla 20 nos presenta 25.166.838 hogares y la Tabla 19 una cifra de 11.303.170 líneas en 2020. No tenemos confirmación de las líneas medias por vivienda, pero incluso con la asunción de una línea por vivienda, estaríamos en un ratio del 45% considerando el mundo residencial. Si incluimos las de negocios asumiendo que las viviendas también incluyen centros de negocios y con la misma asunción de una línea por vivienda, que no sería muy realista en el mundo de los negocios, estaríamos en un ratio del 53%.

Tabla 20. Cobertura de 100 Mbps incluyendo la Fase Prospectiva incorporando viviendas

Rango de población	Nº entidades	Nº de habitantes totales	Nº de hogares totales	Nº de viviendas totales
Más de 500.000	6	7.530.598	3.088.971	3.676.100
De 100.001 a 500.000	49	9.032.161	3.540.360	4.285.789
De 50.001 a 100.000	63	4.412.239	1.662.281	2.242.583
De 20.001 a 50.000	214	6.444.724	2.421.101	3.349.592
De 10.001 a 20.000	354	4.988.961	1.857.769	2.685.592
De 5.001 a 10.000	617	4.342.314	1.625.637	2.375.086
De 2.001 a 5.000	1.266	3.949.333	1.488.950	2.291.663
De 1.001 a 2.000	1.370	1.931.110	740.495	1.199.044
De 501 a 1.000	1.943	1.370.760	531.487	891.377
De 101 a 500	8.697	1.915.066	753.332	1.353.618
Menos de 100	47.239	1.108.942	435.073	816.393
Totales	61.818	47.026.208	18.145.456	25.166.838

Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021.

Lo que sí queda en evidencia es que el resultado es muy diferente entre entorno rural y agregado, pues en poblaciones de menos de 5.000 habitantes, ese ratio bajaría a apenas el 10% y sería apenas del 2,3% en las de menos de 1.000 habitantes.

Lo que se pretende investigar es la implicación en la brecha digital de esta realidad.

CAPÍTULO 3

Resultados de la primera pregunta de investigación

3.1

Impacto socioeconómico de la Agenda Digital para España en el Entorno Rural

“CAMBIAR EL MUNDO, AMIGO SANCHO, QUE NO ES LOCURA, NI UTOPIÍA, SINO JUSTICIA.”

Miguel de Cervantes

Se ha mencionado en capítulos previos la criticidad de la conectividad en las zonas rurales. Esta necesidad queda recogida en diversos informes de organismos públicos, y refrendada por mucha literatura académica (Townsend et al., 2013,2015; Beckert, B., 2017; Cik, V.K.,2018; Gamo, R.,2020) donde se resalta la falta de cohesión social en el entorno rural, así como la necesidad de la banda ancha para resolverlo y la urgencia en hacerlo para que no sea irreversible.

El avance de la tecnología y la digitalización exponencial de la sociedad provocará una brecha digital cada vez mayor, pues es cada vez más extendida la utilización de servicios básicos en forma digitalizada, como la educación o la sanidad. Adicionalmente, es ya imprescindible en cualquier proyecto empresarial independientemente del sector al que pertenezca y es la gran dominadora como vía de interrelación social.

Por ello, y debido en gran parte a este avance, no tener una población digitalizada conllevará un riesgo elevado de desaparición de múltiples de las Entidades Singulares de Población en un relativamente corto espacio de tiempo.

Aunque hay mucha literatura al respecto de este importante asunto, en su gran mayoría abordan una valoración teórica. Por ello es muy interesante la pregunta que se hace María Rosalía Vicente (Vicente & Gil de-Bernabé, 2010) en su estudio, “¿cuánto de bueno es? ¿Cuánto de rápido? ¿Cuán rápido es rápido?⁵⁵”. Es decir, que las afirmaciones sean soportadas por investigaciones empíricas.

Pero en este caso la literatura, aunque existente, es mucho menor y con no demasiadas variables. Adicionalmente estos estudios empíricos no coinciden en sus conclusiones y se encuentran opiniones contradictorias. Para algunos autores en su investigación la correlación entre banda ancha e incremento de ciertos valores

socioeconómicos está claramente relacionada, mientras que otros aseguran que no hay impacto o que no lo hay de forma incremental si se aumenta la velocidad del ancho de banda. Por si fuera poco, las investigaciones empíricas analizadas hablan de datos agregados por país, no habiendo encontrado estudios representativos de poblaciones rurales al respecto.

La selección de variables, tales como renta per cápita, población total, tasa de paro y afiliaciones a la Seguridad Social, obedece a la revisión de la literatura investigada donde se manifiestan correlaciones entre banda ancha y las mismas.

A continuación, se expone la revisión documental y bibliográfica realizada por orden cronológico, con resumen de las principales conclusiones obtenidas, para concluir en el *gap* que se pretende analizar en la presente tesis.

El primer estudio revisado es de William Herndon Lehr (Lehr et al., 2006), centrado en Estados Unidos entre los años 1998 y 2002, concluyendo que la banda ancha incrementó la creación de empleo entre el 1% y 1,4% y el número de nuevas empresas establecidas entre el 0,5% y el 1,2%.

Se continúa con la investigación de Pantelis Koutroumpis (Koutroumpis, 2009) en su análisis realizado en 22 países pertenecientes de la OCDE entre 2002 y 2007, establece una correlación positiva entre la banda ancha y el GDP, indicando que un 1% de incremento de adopción genera un 0,023% de incremento en el crecimiento de GDP.

En 2010, Jed Kolko (Kolko, 2010) realiza su estudio entre 1996 y 2006 y establece que la banda ancha comparativamente entre los lugares donde no existe y donde hay entre uno y tres operadores, genera un empleo superior en un 6,4% y un crecimiento de población del 2,4%.

Es en 2011 cuando Nina Czernich (Czernich et al., 2011) en su estudio sobre 25 países de la OCDE, concluye que un incremento del 10% de cobertura genera un incremento de GDP entre el 0,9% y el 1,5% y que doblar la velocidad de conexión genera un incremento adicional del 0,3%.

También sobre países de la OCDE realiza su estudio Muhammad Syed (Atif et al., 2012) entre 1998 y 2010, argumenta que un incremento del 10% en cobertura de banda ancha genera un 0,035% de incremento de GDP por empleado.

James Prieger (Prieger, 2013) menciona en su estudio sobre áreas rurales que un 10% de incremento de cobertura genera entre 0,1% y 1,4% de crecimiento de GDP.

Por su parte Nadine Fabritz (Fabritz, 2013), en su estudio sobre municipios rurales en el oeste de Alemania entre 2005 y 2009, concluye que en aquellos de mayor tamaño un incremento del 10% en la cobertura de banda ancha está asociada a un incremento de empleo entre 0,09% y 0,15%.

David Sosa (Sosa, 2014) introduce la variable de la velocidad, al centrar el estudio en la conectividad con velocidades Gigabit, donde expone una correlación de

un incremento del 1,1% en GDP e incrementos en empleo de 0,2% a 0,3% anual.

Harald Gruber (Gruber et al., 2014) analiza en su *paper* una literatura extensa, con distintos rangos de impacto con el crecimiento de la banda ancha. Entre ellos destaca su exposición acerca de que 10% de incremento de cobertura genera un crecimiento del 1,21% de GDP según The World Bank. También aborda la variable empleo y, acorde a su investigación en municipios suecos, acredita que un 10% de incremento de cobertura de FTTH genera incrementos de empleo del 0,2% acumulado durante el transcurso de 2,5 años.

Fue en el 2015 cuando Paul Lapointe (Lapointe, 2015) publica su estudio en el que presenta que un 10% de incremento de cobertura de banda ancha genera un incremento de empleo del 0,13% y un aumento en el número de empresas en esa zona de un 0,1%.

Irene Bertschek (Bertschek et al., 2016) proporciona también un exhaustivo análisis de más de 60 estudios y encuentra impactos positivos de la disponibilidad de banda ancha en varias variables socioeconómicas entre las que destaca el GDP, el empleo y también la productividad y eficiencia de las empresas. Introduce también datos sobre la tecnología, mostrando que las tecnologías móviles tienen más impacto socioeconómico que las fijas en países en vías de desarrollo y que incrementos de velocidad en áreas rurales no generan un retorno económico adecuado.

La variable “velocidad” se incorpora también por parte de Laura Abrardi (Abrardi & Cambini, 2019), quien acredita que el incremento de velocidad en la banda ancha proporciona una mejora en GDP de 0,15% sobre el proporcionado por conectividad básica.

En el mismo año Wolfgang Briglauer (Briglauer & Guggler, 2019), que realiza un estudio entre 2003 y 2015 en los países miembros de la UE, estima que un 1% de incremento de adopción en banda ancha básica, aumenta el porcentaje de GDP entre el 0,2% y el 0,5%. Sin embargo, su estudio no coincide con investigaciones previas mencionadas en lo referente al impacto del incremento de velocidad, pues acredita que pasar de banda ancha básica a banda rápida a través de fibra sólo genera una mejora incremental de entre 0,002%-0,003%. De hecho, especifica que incluso coberturas y adopciones superiores al 50% generarían pérdidas.

Emanuela Ciapanna (Ciapanna & Colonna, 2019) analiza el efecto positivo del despliegue de banda ancha en la productividad de los trabajadores de las empresas ubicadas en las zonas que la reciben.

Gordon Klein en su estudio sobre el mercado alemán (Klein, 2020) estima un incremento del 2% en el GDP si Alemania tuviera la cobertura de fibra adecuada.

Como se ha mencionado, no todas las investigaciones coinciden en sus resultados, por lo que se revisa ahora aquella literatura donde las conclusiones no son tan positivistas como las previas reflejadas.

Emanuel Puschita (Puschita et al., 2014) argumenta que la penetración de banda ancha y velocidad no garantizan su uso y adopción y respalda su argumentación con varios estudios en zonas rurales donde esto se acredita, atribuyendo a la falta de habilidades y conocimiento en esos entornos como principales causas .

Brian Whitacre es aún más explícito (Whitacre et al., 2014), cuando explica en su estudio que no se puede justificar ningún incremento de empleo debido a la disponibilidad de banda ancha.

Olena Ivus (Ivus & Boland, 2015), en su estudio sobre municipios rurales con apoyo estatal para el despliegue de banda ancha en Canadá entre 1997 y 2011, sugiere que aporta valor a la generación de empleo en el sector servicios (menciona que disponer de banda ancha genera un incremento de 1,17% en el empleo del sector servicios) pero no queda probado en el sector de bienes, al afirmar que estos despliegues deberían suponer una mayor flexibilidad de ubicación del sector industrial. No obstante, no hemos encontrado ningún soporte empírico que lo avale.

En 2016, Koen Saleminck (Saleminck et al., 2016) concluye que, aunque se acreditase que la banda ancha mejora el GDP, esto no conseguiría acabar con la brecha digital, pues ese crecimiento siempre esta desigualmente distribuido entre entornos urbanos y rurales.

Yang Bai (Bai, 2017) reconoce un efecto positivo en la creación de empleo por el despliegue de conectividad, pero no encuentra ninguna mejora significativa en el mismo por el hecho de que esa conectividad sea vía fibra en lugar de la conectividad rápida standard y que tampoco se pueden acreditar mejoras económicas por el incremento a banda ultrarrápida versus la conseguida ya con la banda ancha rápida.

El estudio de Visnja Krizanovic Cik (Cik et al., 2018) es bastante sorprendente, a la vez que contundente, al explicar que la variable velocidad es la menos relevante de las variables técnico-económicas que los usuarios de banda ancha demandan.

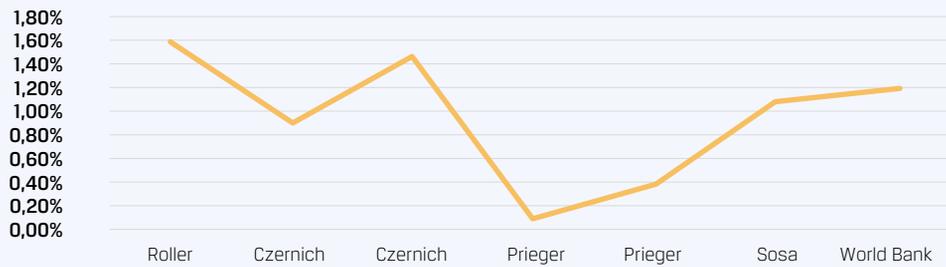
Wolfgang Briglauer (Briglauer & Gruger, 2019), en su artículo *Go for Gigabit*, expone que no han encontrado fundamentos empíricos que correlacionen el despliegue de fibra con incrementos de variables socioeconómicas, en particular GDP. En relación con la banda ancha básica, recomienda una combinación de tecnologías en los objetivos de la Agenda Digital para hacer más eficientes los despliegues en vista a estos retornos.

Briglauer profundiza específicamente en otro *paper*, que publica también en 2019 (Briglauer et al., 2019), sobre el impacto del apoyo estatal en el despliegue de banda ancha para reducir la brecha digital. En el mismo se repasa bastante literatura acerca del impacto particular en empleo, encontrando ejemplos positivos pero que suelen ser pequeños en tamaño y sobre muestras heterogéneas entre entornos rurales y urbanos. Su propio estudio sobre municipios en Bavaria no encuentra evidencias claras empíricas en la reducción de desempleo, aunque concluye de forma muy genérica que el apoyo estatal sí que influye. A raíz del estudio, considera que tiene un efecto positivo en el mantenimiento de la población en esas Entidades.

A continuación, se presentan diversas figuras que representan los principales datos extraídos de la literatura revisada:

Figura 22. Incremento GDP por cada 10% Cobertura. Secuencia Temporal

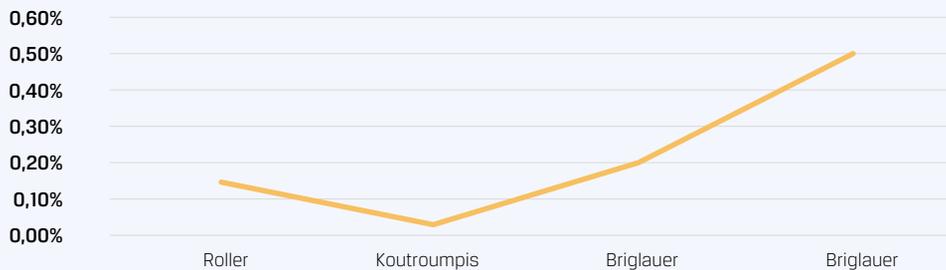
Incremento GDP/Cobertura



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Incremento GDP por cada 1% Adopción. Secuencia Temporal

Incremento GDP/Adopción



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Incremento Empleo. Secuencia Temporal

Incremento Empleo



Fuente: Elaboración propia.

A tenor de este resumen es pertinente y relevante realizar un estudio empírico sobre el entorno rural en España que nos permita acreditar si hay un impacto socioeconómico significativo con el despliegue de banda ancha en las mismas. Así mismo, es necesario conocer si ese impacto varía al mejorar la velocidad de la conectividad y evolucionarla desde la banda básica a la rápida y la ultrarrápida.

Además, se van a analizar un número mayor de variables con el objeto de intentar obtener las mayores conclusiones posibles.

Ha sido complejo el obtener ciertos datos que son muy relevantes, en particular los datos relativos a la renta per cápita en Entidades Singulares Rurales. Por ello surge de este estudio una primera recomendación hacia la Administración española sobre la necesidad de publicar estos datos a todos los niveles de rango poblacional sin discriminación.

Como dijo el matemático británico William Thomson Kelvin “lo que no se mide, no se puede mejorar”. Es curioso que todo el foco político se centra en evitar la brecha digital y, sin embargo, no se miden estos parámetros ni se publican datos tan relevantes como la riqueza de la sociedad en las poblaciones que se intenta precisamente corregir. Es el INE quien publica la mayor información al respecto con datos suministrados por la AEAT (Agencia Estatal de Administración Tributaria), pero en este dato concreto lo hace a partir de poblaciones de 1000 habitantes, por tanto, queda un segmento muy grande sin medir y seguramente el más vulnerable.

Se ha conseguido una base de datos experimental llamada ATLAS⁵⁶ publicada también por el INE donde aparecen los datos de Entidades a partir de 100 habitantes. Desafortunadamente solo se publicaron durante los años 2015-2017. En cualquier caso, se analiza esta variable con el rango temporal del que se dispone. Del resto de variables identificadas sí que se va a investigar la serie temporal de 2014 a 2020.

A continuación, se explican los datos y las fuentes objeto del estudio. En lo relativo a las variables dependientes, el dato sobre Entidades Singulares de Población entre 100 y 2.000 habitantes, entre el período 2013 y 2020 -cuando alcanzan 30 Mbps y 100 Mbps o las que ni siquiera lo alcanzan-, lo proporciona la propia Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales en el período 2014 y 2019 de acuerdo con sus propias mediciones oficiales.

Fruto del análisis exploratorio preliminar realizado, se decidió incluir información de cobertura de las Entidades Singulares en 2020 (al no estar oficialmente publicadas por la Secretaría en el momento de redacción de este informe) con datos provenientes de Telefónica. Esta información se ha utilizado para excluir Entidades del grupo de control que hubieran podido pasar a cobertura de 30

56 <https://www.ine.es/>.

Mbps o 100 Mbps durante dicho año y que sin esta información formarían parte del grupo de control equivocadamente.

La segmentación a partir de 100 habitantes se realiza al no tener información suficiente disponible para el cálculo del estudio de las preguntas objeto de investigación, de las Entidades inferiores a ese número de habitantes.

En lo referente a las variables dependientes, sobre las que vamos a medir el ATE son las siguientes -con sus respectivas fuentes de obtención-:

- **Renta per cápita disponible media:** cuya fuente ya ha sido mencionada. Se realizan segmentaciones por Comunidad Autónoma adicionales al cálculo global.
- **Población total:** cuya fuente es el INE⁵⁷. Dentro de la misma se analiza el impacto en la población total, pero también en la población inferior a los 44 años.
- **Tasa de paro:** datos obtenidos por el SEPE (Servicio Público de Empleo Estatal⁵⁸). En esta variable se han realizado segmentaciones para analizar impacto en el sector construcción, agricultura y servicios.
- **Afiliaciones a la Seguridad Social,** tanto de empleados por cuenta ajena como de autónomos, obtenidos a través de las publicaciones de la Seguridad Social⁵⁹.

Adicionalmente en la investigación se analizan una serie de variables independientes o covariables, invariantes respecto al tiempo. Estas variables son las que se tienen en cuenta a la hora de evaluar el grado de causalidad de la política implementada, ya que, según su valor, el impacto del tratamiento pudiera verse limitado o incrementado.

Han sido seleccionadas en base a su identificación en literatura científica.

Zoraida Frías (Frías et al., 2012) analiza el impacto en relación con la distancia a estaciones de tren y a municipios de más habitantes. Esta última variable es recogida también por Leanne Townsend en su estudio ya mencionado, junto a la distancia a hospitales y centros educativos. Andreas Kyriacou por su parte (Kyriacou & Roca-Sagalés, 2012) o Riccardo Crescenzi (Crescenzi, 2009) analizan el impacto de las diferentes regiones causado por los fondos estructurales y de cohesión de la UE.

⁵⁷ <https://www.ine.es/>.

⁵⁸ Organismo dependiente del Ministerio de Trabajo y Economía Social.

⁵⁹ <http://www.seg-social.es/>.

Como conclusión, las covariables seleccionadas son:

- **Comunidad Autónoma.**
- **Distancia a municipios de más de 10.000 habitantes.**
- **Distancia a centros educativos (educación infantil, educación primaria o educación secundaria):** el listado de colegios se ha obtenido del RCD (Registro Estatal de Centros Docentes no Universitarios)⁶⁰ publicado por la Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades.
- **Distancia al hospital más cercano:** el listado de centros sanitarios se ha obtenido del Catálogo Nacional de Hospitales⁶¹ publicado por el Ministerio de Sanidad.
- **Distancia a la estación de tren más cercana:** por su parte el listado de estaciones ferroviarias se ha obtenido de Renfe⁶².

Para el cálculo de distancias se han cruzado por un lado los códigos de las Entidades Singulares de Población con las latitudes y longitudes de los colegios, hospitales y estaciones, obtenidos a través de APIs de Google, realizando una segmentación de distancias y seleccionando la distancia mínima.

Se ha realizado el análisis con un enfoque conservador, es decir, se ha supuesto que los indicadores dentro de una comunidad autónoma pueden estar correlacionados entre sí dentro de la comunidad (*cluster*). Por ello se ha aplicado un enfoque basado en *clusters* tal como sugieren Athey y Wager en su *paper* ya mencionado o Alberto Abadie (Abadie et al., 2017). Con ello se busca que los resultados sean más confiables a la hora de extrapolarlos a situaciones futuras.

Este enfoque tiene efectos en el muestreo de observaciones que se realiza para construir el modelo. En primer lugar, se elige un número de comunidades autónomas y las Entidades concretas con las que se construye el árbol que se muestran dentro de ellas.

Las Entidades *out of the bag*, es decir, aquellas que no pertenecen a ninguna de las comunidades autónomas extraídas en el primer muestreo, son las que utilizaremos para estimar el CATE (*Conditional Average Treatment Effect*). Con ello calcularemos la dispersión del valor del ATE estimado y por tanto los intervalos de confianza del mismo. En particular en el gráfico que se analizará posteriormente, se muestran intervalos de confianza del 90% de dichas estimaciones del CATE.

60 <https://www.educacion.gob.es/>.

61 <https://www.mscbs.gob.es/>.

62 <https://data.renfe.com/>.

El resultante de la variable dependiente es de un total de 12.175 Entidades Singulares de Población. Estas Entidades se han segmentado en tres grupos, uno de 100 Mbps, otro de 30 Mbps y el grupo de control que es aquel que no ha disfrutado de ninguna de estas coberturas en el período temporal mencionado.

Los criterios de segmentación han sido los siguientes:

- **Grupo 100 Mbps:** es el segmento de Entidades Singulares de Población que alcanza más de un 80% de cobertura de población en velocidades de 100 Mbps entre 2013 y 2019. El año en que alcanzan dicho umbral se considera como la fecha de referencia en la que se aplica el tratamiento, la consideramos la fecha de intervención.
- **Grupo 30 Mbps:** es el segmento de Entidades Singulares de Población, que alcanza un 100% de cobertura de población con velocidades de 30 Mbps entre 2013 y 2019. Al igual que en el caso anterior, se fija la fecha en que se alcanza dicho umbral.
- **Grupo de control:** son aquellas Entidades Singulares de Población que no llegan a un 40% de cobertura de población con velocidad de banda ancha de 30 Mbps ni de 100 Mbps entre 2013 y 2020. Nótese que, en el caso del grupo de control, se tiene en cuenta también el año 2020. El objetivo es eliminar del control las Entidades Singulares de Población que entre 2013 y 2019 se mantuvieron por debajo del umbral del 40% de cobertura de banda ancha a 30 Mbps o 100 Mbps, pero lo superasen en 2020, bien fuera en 30 Mbps o incluso en 100 Mbps, pues se considera que provocaría valoraciones injustas del impacto.

En el caso de Entidades que superen tanto el 80% de cobertura de población en velocidades de 100 Mbps como el 100% de población de 30Mbps, las mismas se incluyen en la segmentación del grupo de 100 Mbps.

Después de estas consideraciones, el número de Entidades Singulares de Población seleccionado como población inicial de Entidades, se divide en los grupos que se presentan en la Tabla adjunta:

Tabla 21. Clasificación de Grupos

Grupo 100 Mbps	2.721
Grupo 30 Mbps	3.663
Grupo Control	963
Grupo Descartadas	4.855

Fuente: Elaboración propia.

El grupo de descartadas incluye las Entidades Singulares de Población que no alcanzan en el período analizado ni un 80% de cobertura de población con velocidad de 100 Mbps ni un 100% de cobertura con velocidad de 30 Mbps, pero superan el 40% de cobertura de 30 Mbps con las consideraciones previas. Incluye además a aquellas Entidades Singulares que alcanzan alguna de las franjas en los años 2013-2014, ya que no se puede ver en qué situación estaban los dos años previos, o en los años 2018 y 2019, al no poderse observar el efecto que ha tenido en los dos años posteriores.

Se analizan las variables independientes previamente mencionadas, esto es: renta per cápita, población total, tasa de paro y afiliaciones a la Seguridad Social.

Con todo ello se estima el efecto de dos tratamientos:

- Paso a cobertura de 100 Mbps.
- Paso a cobertura de 30 Mbps.

Se comparan en ambos casos las Entidades Singulares del grupo correspondiente, con el colectivo de Entidades Singulares del grupo de control.

El procedimiento ha sido el siguiente:

- Dado un tratamiento (por ejemplo, paso a velocidad de 100 Mbps) y una variable independiente (por ejemplo, población total), se mide el valor de dicha variable independiente dos años antes y dos años después de la fecha de intervención en el caso de las Entidades Singulares afectadas por dicho tratamiento (grupo de 100 Mbps en este caso), es decir, un lapso de 5 años. Además, todas las mediciones de variables se realizan porcentualmente: $([Valor\ de\ la\ variable\ 2\ años\ después] - [Valor\ de\ la\ variable\ 2\ años\ antes]) / [Valor\ de\ la\ variable\ 2\ años\ antes]$.
- La muestra de datos seleccionada tiene una particularidad y es que la fecha de intervención no es la misma para todas las Entidades Singulares tratadas. Por ello se opta por elegir artificialmente una fecha de intervención para las Entidades Singulares del grupo de control. Con ello se evita incurrir en sesgos temporales que produzcan valoraciones erróneas del impacto. Se asigna una fecha aleatoria a cada Entidad Singular del grupo de control, siguiendo la misma distribución de fechas observada en las Entidades Singulares tratadas después de medir el valor de la variable independiente. Una vez asignada una fecha de intervención también a las Entidades del grupo de control, se miden los valores de la variable independiente antes y posteriormente a su tratamiento.

Para estimar el efecto del tratamiento utilizamos el modelo *causal forest*, como el caso ya explicado de Susan Athey y Stefan Wager. En particular, se utiliza la librería GRF (Generalized Random Forest) de R, desarrollado por Julie Tibshirani (Tibshirani et al., 2020).

Para la elaboración de los gráficos de efectos locales acumulados ALE (*Accumulated Local Effects*) se utiliza la librería IML (Interpretable Machine Learning) de R desarrollada por Christoph Molnar (Molnar et al., 2018).

Estos gráficos ALE se han utilizado para medir la influencia de las covariables en el ATE (*Average Treatment Effect*). Con ello se pretende eliminar el efecto de las correlaciones de las covariables en la medición de la influencia.

En lo referente a la relación entre covariables y *output*, la distancia a un centro educativo y a un municipio de más de 10.000 habitantes son factores clave que modulan el efecto del despliegue en los indicadores analizados. A continuación, se muestra el efecto de la distancia a un Centro Educativo sobre la población total:

Figura 25. Relación en el efecto estimado sobre la Población Total y la Distancia a Centro Educativo. 30 Mbps

Población Total y Distancia a un Centro Educativo

Relación estimada. Tratamiento: 30 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Relación en el efecto estimado sobre la Población Total y la Distancia a Centro Educativo. 100 Mbps.

Población Total y Distancia a un Centro Educativo

Relación estimada. Tratamiento: 100 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Se observa cómo el efecto estimado en la población se amplifica notablemente cuando se realiza en Entidades que están a menos de 2 km de distancia, disminuyendo de manera muy acentuada a partir de ese umbral, especialmente en el caso de coberturas a velocidades de 30 Mbps.

En lo referente al efecto de la distancia a municipios de más de 10.000 habitantes en las afiliaciones a la Seguridad Social y con la tasa de paro, se observa que es relevante cuando las Entidades están a menos de 7 km en el caso de las afiliaciones con caídas acentuadas y a 5 km en el caso de la tasa de paro con incrementos significativos de la misma.

Figura 27. Relación en el efecto estimado sobre Afiliaciones a la Seguridad Social con la distancia a municipios de > 10.000 habitantes

Afiliaciones a SS y Dist. a población de >10.000 hab.

Relación estimada. Tratamiento: 100 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Relación en el efecto estimado sobre la Tasa de Paro con la distancia a municipios de > 10.000 habitantes

Tasa de Paro y Dist. a población de > 10.000 hab.

Relación estimada. Tratamiento: 100 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Con todo ello los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Tabla numérica:

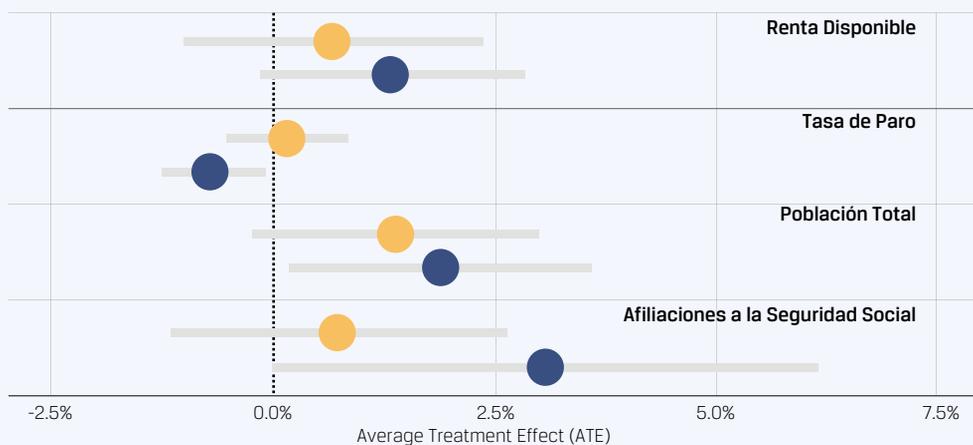
Tabla 22. Datos estadísticos calculados por Variable

y	Tratamiento	Antes	Después	ATE	STD	CI	L.Inf	LmSup
Renta Media Disponible	100 Mb	2	2	1,4%	0,009107992	0,015	-0,1%	2,9%
Renta Media Disponible	30 Mb	2	2	0,7%	0,010434378	0,017	-1,0%	2,4%
Población Total	100 Mb	2	2	1,9%	0,010247076	0,017	0,2%	3,6%
Población Total	30 Mb	2	2	1,4%	0,009678164	0,016	-0,2%	3,0%
Tasa de Paro (Diciembre)	100 Mb	2	2	-0,7%	0,003823431	0,006	-1,3%	-0,1%
Tasa de Paro (Diciembre)	30 Mb	2	2	0,2%	0,004190156	0,007	-0,5%	0,9%
Afiliación Seguridad Social	100 Mb	2	2	3,1%	0,018966938	0,031	0,0%	6,2%
Afiliación Seguridad Social	30 Mb	2	2	0,7%	0,011358821	0,019	-1,2%	2,6%

Fuente: Elaboración propia.

Gráficamente quedaría representado en la Figura 29:

Figura 29. Impacto Estimado del Despliegue de velocidades de 100 Mbps y 30 Mbps en Entidades Singulares de población de 100 a 2.000 habitantes



Intervalos de confianza del 90% para las estimaciones

● 30 Mb ● 100 Mb

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la investigación se comparten las siguientes reflexiones:

En base a los resultados obtenidos podemos confirmar la hipótesis de partida de esta pregunta de investigación, relativa a que las medidas adoptadas por el Gobierno de España, dentro del marco de la ADpE, han conseguido un desarrollo socioeconómico diferencial en las zonas rurales donde se han desplegado velocidades de 100 Mbps, no siendo los resultados significativos donde el despliegue ha sido de 30 Mbps.

- El despliegue de banda ancha de 100 Mbps, en Entidades Singulares de Población de menos de 2.000 habitantes, como consecuencia de la implementación de la ADpE, muestra un impacto significativo en el crecimiento de la renta media disponible en esas Entidades.

Y lo ha sido no solo porque sus resultados dupliquen los obtenidos en las Entidades donde el despliegue ha sido de 30 Mbps, sino porque adicionalmente la dispersión de resultados obtenidos en la última no permite realizar una afirmación tan acreditada sobre la media del resultado obtenido.

En particular, se observan crecimientos medios del 1,4% de la renta media disponible respecto al grupo de control en el caso de Entidades que han disfrutado de 100 Mbps, dentro los rangos de cobertura seleccionados.

Estos resultados coinciden con el rango inferior de los obtenidos en la investigación de Prieger (Prieger, 2013), teniendo en cuenta que la diferencia de grado de cobertura sobre el grupo de control en esta investigación oscilaría entre 4 y 10 veces. También se asemejan al resultado obtenido en el estudio de Klein (Klein, 2020), teniendo en cuenta que él da cifras a nivel nacional agregado medio y esta investigación habla de las Entidades Singulares más remotas.

Así mismo, se encuentran también coincidencia en resultados a los presentados por Czernich (Czernich et al., 2011) cuando mencionaba que doblar la conexión genera un incremento adicional de GDP del 0,3%, pues en este caso el subir de 30 Mbps a 100 Mbps resulta prácticamente en el mismo ratio proporcional al obtener un incremento del 0,7% (aun reiterando que los datos de 30 Mbps presentan un grado de dispersión más elevado).

- El despliegue de 100 Mbps en España, en Entidades Singulares de Población de menos de 2.000 habitantes, como consecuencia de la implementación de la ADpE muestra un impacto significativo en la generación de empleo en esas Entidades, medido como incremento de las afiliaciones a la Seguridad Social y ratificado con la disminución del paro. Este impacto no se puede acreditar que haya sido significativo en el caso de 30 Mbps.

En particular, se observan crecimientos relativos medios del 3,1% en afiliaciones a la Seguridad Social respecto al grupo de control en el caso de Entidades que han disfrutado de 100 Mbps, así como disminuciones de la tasa de paro en

un 0,7% también respecto a las Entidades de Control que, tal como se ha descrito, son las que no han superado el umbral mínimo del 40% de cobertura en ninguna de las velocidades.

Estas cifras muestran similitudes con el rango superior del estudio de Fabritz (Fabritz, 2013) en municipios rurales en el oeste de Alemania, también con el de Sosa (Sosa, 2014) si los trasladamos al lapso temporal de estudio de esta investigación. De igual forma, también en la extrapolación de secuencias temporales equivalentes se observa estar en el rango determinado por Gruber (Gruber et al., 2014) en su estudio acerca del impacto en municipios suecos.

■ En cuanto al impacto en el incremento de población, la implementación del programa relativo a la ADpE en las Entidades objeto de estudio muestra un impacto significativo en las mismas. Este impacto ha sido mayor en el caso de despliegues de 100Mbps, donde sus resultados incrementan en un 35% a los obtenidos en despliegues de 30 Mbps, pero también se considera significativo el efecto en esta variable sobre las Entidades beneficiadas por esta velocidad de despliegue. Los resultados obtenidos también estarían en el rango de presentados por Kolko (Kolko, 2010) si extrapolamos a un período equivalente al realizado en esta investigación.

Se encuentran, por tanto, dentro de la metodología de inferencia causal aplicada, resultados significativos en los indicadores socioeconómicos identificados. Son especialmente significativos cuando los despliegues realizados han sido de 100 Mbps en los aspectos socioeconómicos analizados: renta, generación de empleo/tasa de paro e incremento de población.

En lo referente a 30 Mbps, no podemos acreditar su impacto en generación de renta y generación de empleo, observándose un impacto positivo en incremento de población, aunque notablemente inferior al obtenido en los casos de la velocidad superior.

CAPÍTULO 4

Resultados de la segunda pregunta de investigación

4.1

Impacto en los Servicios de Operaciones de Telecomunicaciones

“NO ES ORO TODO LO QUE RELUCE.”

Miguel de Cervantes

Existe amplia literatura donde se analizan los modelos de coinversión público-privada de redes de banda ancha, cuáles son los criterios que determinan su establecimiento, qué objetivos persiguen y también algunos que mencionan los resultados obtenidos.

En este tipo de coinversiones las prioridades y objetivos que busca cada una de las partes no siempre son las mismas. Los Gobiernos buscan el incremento de la penetración de la banda ancha para cumplir con sus objetivos de AD, mientras que las entidades privadas que coinvierten lo que buscan es conseguir la rentabilidad adecuada que demandan sus accionistas. De hecho, sin la subvención necesaria, no han estado interesados en la inversión en estas zonas extremas rurales, como demuestra la falta de cobertura y despliegues durante todos estos años.

Europa ha sido bastante precisa a través de una regulación específica, en las circunstancias que habilitan el que apoyos públicos puedan destinarse al despliegue de banda ancha. En particular la prioridad han sido las ya mencionadas “zonas blancas” (aprobándose adicionalmente subvenciones en aquellas circunstancias donde se vaya a prestar un servicio general de interés económico, cualificado por el criterio Altmark⁶³).

63 "The four conditions to meet in accordance with the Altmark criteria, as defined in Article 86(2) of the Treaty of the European Community, are (a) The beneficiary of a State funding mechanism must be formally entrusted with the provision and discharge of a SGEI (b) The parameters for calculating the compensation must be established beforehand to avoid an economic advantage over competing undertakings (c) The compensation cannot exceed what is necessary to cover all or part of the costs, taking into account the relevant receipts and a reasonable profit for discharging those obligations (d) The level of compensation granted must be determined on the basis of an analysis of the costs which a typical undertaking, well run, would have incurred in discharging those obligations, taking into account the relevant receipts and a reasonable profit".

La medición y valoración del éxito de estas iniciativas de coinversión, desde el punto de vista de la entidad pública, se centran en alcanzar los objetivos de cobertura fijada e índice de adopción establecido dentro de los plazos planificados en la AD. También es relevante el que las subvenciones no generen ninguna injerencia o distorsión del mercado privado.

Pero el objetivo del inversor privado, tradicionalmente el operador de telecomunicaciones, es muy distinto. Al final es mero retorno de la inversión. El hecho de que sea la fibra la tecnología que representa el mayor apoyo de fondos públicos hace que, desde el punto de vista de una entidad privada, sea muy cuestionable su participación, aun con un alto grado de subvención.

Téngase en cuenta que en los entornos rurales hay un encarecimiento adicional respecto al despliegue urbano en el ratio de número e importe de permisos por hogar pasado. Esto está derivado de los despliegues de la red de alimentación que afectan al dominio público viario, ferroviario, hidráulico, parques naturales o espacios protegidos por mencionar los principales.

Como recuerda Irene Ruiz-Martínez (Ruiz-Martínez & Esparcia, 2020), los municipios de menos de 2.000 habitantes representan el 72% de los de todo el país, aglutinan más del 55% de la superficie, pero solo viven en ellos el 6% de la población y además esta se encuentra en descenso (en el año 96 representaban el 8%). Todo ello hace muy complicado alcanzar la escala mínima para conseguir un retorno positivo a la inversión privada aun estando altamente subvencionada.

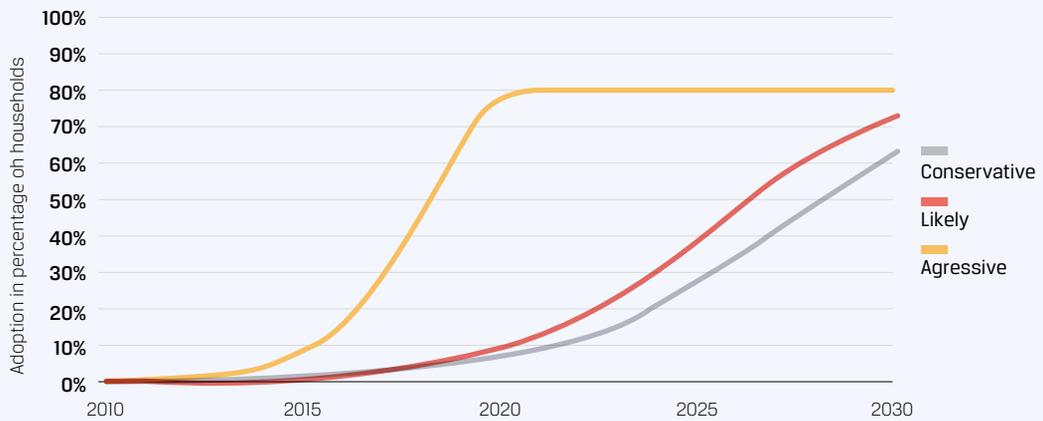
De hecho, Grubestic (Grubestic&Murray, 2004) confirma que, incluso si los entornos rurales generasen rentabilidad positiva, serían muy inferiores a los obtenidos con inversiones equivalentes en zonas urbanas. Por tanto, es altamente improbable que la inversión privada se dirija a ellos ante recursos escasos que hay que priorizar.

Precisamente se revisaron los costes de despliegue por tecnología en el Capítulo 2.3 de la tesis. Ahora corresponde poner en contexto cuál es la rentabilidad estimada de los mismos, según literatura existente.

Marlies Van der Wee expone (Van der Wee et al., 2014) que en entornos rurales (considerados en su escenario con densidades de 54 habitantes/km², por tanto, superiores a los que son objeto de esta tesis) se aprecian rentabilidades negativas incluso en períodos de tiempo de 40 años, en cualquiera de los tres escenarios de adopción que describe⁶⁴:

64 El modelo conservador corresponde a Alemania, el probable corresponde a Holanda y el agresivo corresponde a Eslovaquia.

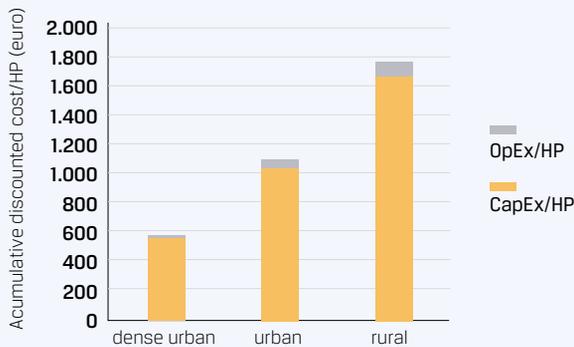
Figura 30. Curvas de Adopción según escenarios



Fuente: Van der Wee et al., 2014.

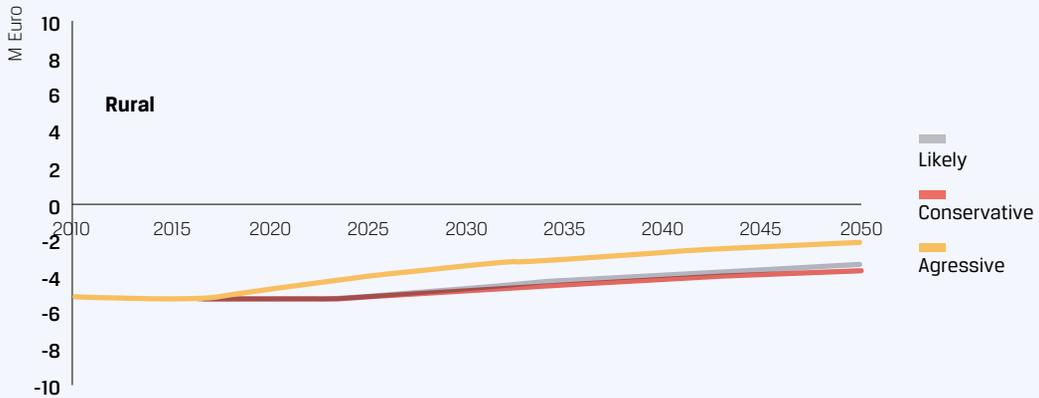
Figura 31. Coste Total (Capex+Opex) estimada por Hogar pasado

TCO physical infrastructure/HP



Fuente: Van der Wee et al., 2014.

Figura 32. NPV asociado



Fuente: Van der Wee et al., 2014.

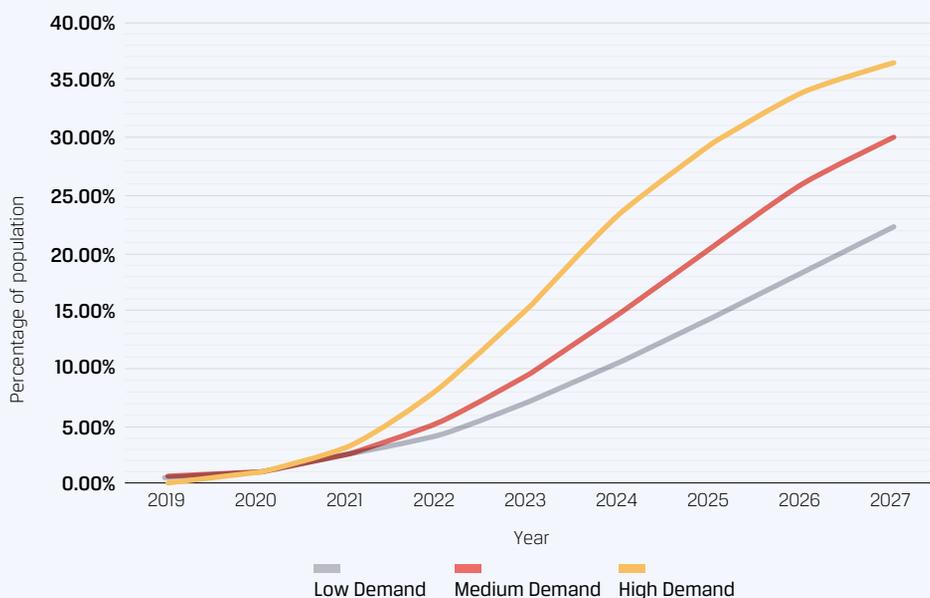
Van der Wee estima unos costes de despliegue cercanos a los 1.800 € por hogar pasado y con esos costes y en función de los ARPUs esperados en cada escenario, no se consigue NPV (*Net Present Value*) igual a 0 ni en 40 años en las zonas rurales.

Se presenta a continuación la investigación Nikos Ioannou (Ioannou et al., 2020) donde se calculó el ARPU mínimo preciso para obtener un NPV igual a 0, tanto en tecnología inalámbrica LTE con tecnología fija, en particular FTTdp (Fiber to the distribution point) también llamada G fast⁶⁵, para alcanzar velocidades de 30 Mbps en zonas rurales, incluyendo tanto el Capex como el Opex asociado.

Realiza asunciones de un *churn* anual del 2% y un descenso del precio de tarifas del 3%. El índice de adopción que modeliza desde la fecha de despliegue según la Figura 33:

65 Es la definición usada por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para que se pueda proveer de velocidades de hasta 1 Gbps usando el tradicional bucle de abonada basado en el par de cobre.

Figura 33. % de adopción una vez realizado el despliegue

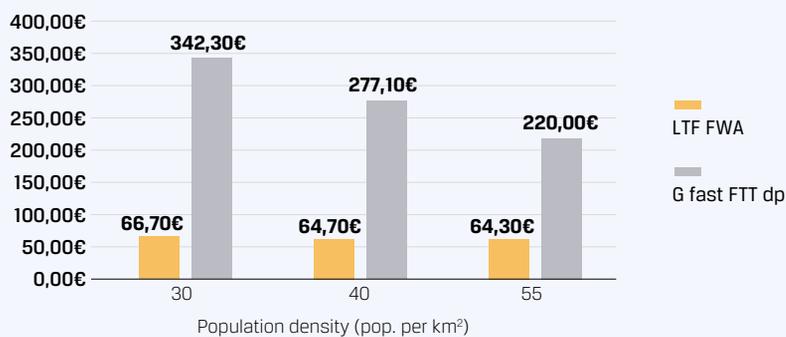


Fuente: Ioannou et al., 2020.

En base a ello, los ARPU mensuales necesarios para llegar a NPV 0 en función de densidades de 30, 40 o 55 habitantes por km² serían los adjuntos:

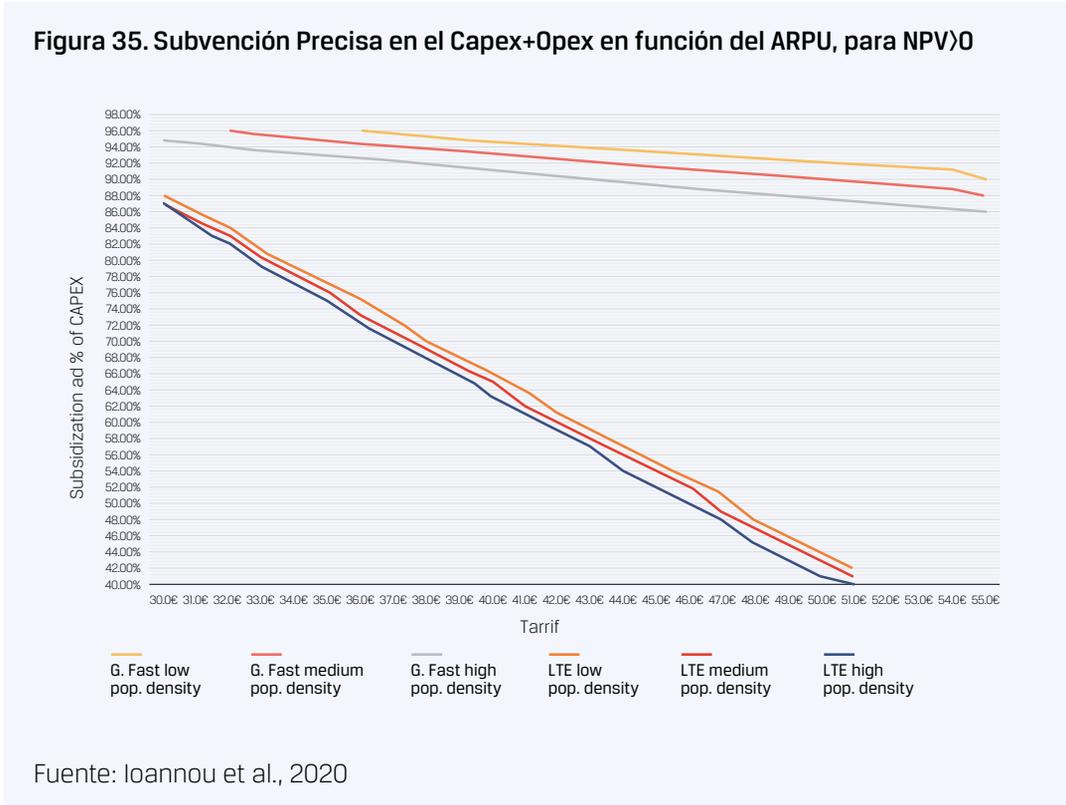
Figura 34. ARPU mensual medio para NPV=0 en función de densidades de población

Minimum ARPU for zero NPV



Fuente: Ioannou et al., 2020.

Y el nivel preciso de subvención, a la vista de los ARPUs medios de mercado sería la que se anexa en esta Figura 35:



Como conclusión de ambos estudios se confirma lo que también expone Tricia Ragoobar en su *paper* (Ragoobar et al., 2011): que los costes para el despliegue de redes NGA privados en entornos rurales precisan necesariamente de altos incentivos *up front* públicos.

El riesgo para el inversor privado es que ni siquiera una subvención alta es suficiente para garantizar el retorno, pues el nivel de adopción y consumo de servicios de telecomunicaciones es mucho más incierto en esas zonas. Esto es lo que Christopher Reddick (Reddick et al., 2020) llama la “discriminación por beneficio”⁶⁶.

Emmanouil Tranos se une a este pensamiento afirmando que la adopción no está garantizada por el mero hecho de realizar un despliegue, lo cual incrementa el riesgo (Tranos, 2012) “la infraestructura digital es necesaria, pero no suficiente”⁶⁷.

⁶⁶ Profit discrimination.

⁶⁷ Digital infrastructure is a necessary, but not a sufficient.

En esta línea argumental, Koen Salemink (Salemink et al., 2017) expone que es todo un desafío promover el uso de ICT en gente que no está interesada. Reflexiona acerca de la toma de decisión sobre la idoneidad de un despliegue de banda ancha, donde además de tener cuenta aspectos de la oferta (prioritariamente el coste de despliegue como visto en el *paper* de Ioannou), sería necesario estimar cual será el nivel de adopción. En este aspecto van a influenciar por un lado la edad media en esas poblaciones, pero adicionalmente aspectos como la formación, habilidades, diferencias culturales o la actitud hacia el uso de tecnología.

No se puede olvidar otro aspecto que también influye en el grado de adopción, en general hay menor capacidad adquisitiva en las zonas rurales que en el resto de la geografía, como dice Sharon Strover (Strover, 2003).

Paschal Preston (Preston et al., 2007), explica que en los entornos rurales hay colectivos socioeconómicos, especialmente la población de edad avanzada, que se resisten a adoptar los servicios, aun teniendo cobertura, salvo razones muy fundadas para hacerlo. Preston, así mismo, reconoce la falta de datos para poder hacer un análisis empírico de este tipo de mediciones y centra su diagnóstico en la identificación de variables, pero no en su cálculo, animando e invitando a que futuras investigaciones centren su enfoque en la eficiencia y efectividad de estos despliegues.

Bob Rowe (Rowe, 2003), en su estudio sobre las claves de éxito para la reducción de brecha digital en el entorno rural, reconoce que en esos lugares hay menos penetración de ordenadores, menor formación y, como mencionaba también Preston, un porcentaje significativamente más elevado de población sénior.

Con todo ello introduce una serie de variables que abren la oportunidad a futuras investigaciones para poder cuantificarlo, entre ellas destaca las relativas a la experiencia de usuario al utilizar los servicios de comunicaciones para sus actividades *online* más frecuentes, como el trabajo, educación, relaciones sociales o relación con la administración.

Victor Glass (Glass & Stefanova, 2010) menciona la posibilidad de disfrutar vídeo y contenido como un factor muy relevante para el incremento de adopción de internet en entornos rurales.

El vídeo, los contenidos y servicios de entretenimiento asociado surgen también como conclusión en la investigación de Fiona Ashmore (Ashmore et al., 2015), al incrementar la velocidad de internet. No obstante, destaca en sus conclusiones que, en zonas rurales no es evidente que el incremento de velocidad conlleve un aumento del nivel de adopción y anima a futuras investigaciones a elaborar sobre ello.

Como dice Fernando Beltrán (Beltrán et al., 2018), evaluar el resultado de los despliegues NGA de fibra va mucho más allá, por tanto, de evaluar la cobertura y velocidad en el despliegue. Es preciso entender tanto la eficiencia de la inversión que se ha realizado, como sobre todo la efectividad que se ha conseguido.

Esta tesis va a coger el testigo de esas invitaciones a continuar con análisis empíricos, centrándose precisamente en cuantificar lo más posible lo conseguido, de manera que sirva como nuevos *inputs* para Operadores, Gobierno e investigaciones futuras.

Para ello se miden indicadores de servicios de telecomunicaciones y se comparan entre las Entidades que disfruten de 100 Mbps, las que sólo tengan 30 Mbps y las que ni siquiera lo alcanzan, para poder determinar en base a ello si la brecha digital se mitiga en función de unas u otras velocidades. Basándose en un análisis de efectividad, comparando el patrón de comportamiento de los usuarios y observando si hay diferencias significativas, se ha realizado un análisis de las variables que permita ver el resultado del negocio de los operadores en esas casuísticas. Las fuentes han sido los propios operadores de telecomunicaciones, en particular Telefónica, Vodafone, Orange y Masmovil que muy generosamente han compartido de forma agregada y anonimizada esos indicadores en las poblaciones tratadas.

Las variables en concreto que se van a analizar son:

- Número de Hogares con Banda Ancha Fija.
- Número de Hogares con IPTV (*Internet Protocol TV*).
- Número de Clientes totales y de ellos cuantos lo son solo de servicios móviles, cuantos de servicios fijos y cuantos son convergentes.
- ARPU (*Average Revenue per User*) o promedio de ingresos por cliente.
- Número de averías registradas.

Una vez estandarizados, la cantidad de datos tratados asciende a 31.778.309 registros proporcionados por los 4 operadores nacionales principales en el período de diciembre de 2013 a noviembre de 2020, correspondientes a un total de 12.175 Entidades Singulares de Población.

Se estima que la muestra analizada de los datos proporcionados por estos operadores de forma agregada está por encima del 90% de los clientes que disfrutan servicios de comunicaciones en estos entornos.

Hay que tener en cuenta que no todos los operadores han proporcionado datos en toda la ventana anterior de tiempo. Para eliminar el potencial sesgo en que se incurriría al considerar un número distinto de operadores en la medición previa al tratamiento y en la medición posterior, se ha garantizado que en cada entidad singular se consideren los mismos operadores en ambos períodos, descartando aquellos para los que no se dispusiera de medidas en alguno de los dos períodos.

Esta consideración se ha tenido en cuenta en todas las variables analizadas y dependiendo del año de la intervención, con lo que no es un filtro genérico que

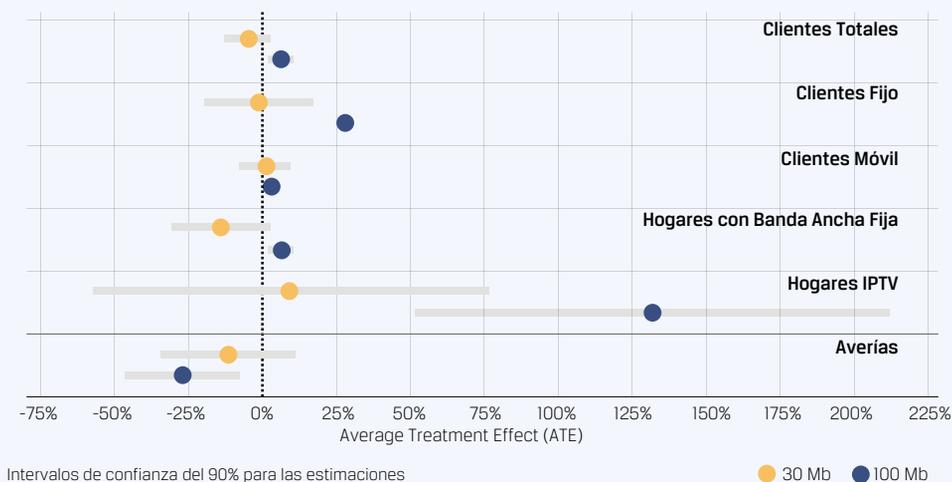
se haya podido aplicar a los datos globales, sino que se aplica a la hora de crear el conjunto de datos específico para cada análisis. En el caso concreto del ARPU, adicionalmente se han promediado los valores suministrados por los operadores respecto al total de clientes para construir un valor realista del ARPU de los clientes en las zonas de estudio.

Las gráficas que utilizaremos corresponden a la librería ggplot2 (Wickham, 2016). Se considera esta librería de R como una de las más empleadas para la ciencia de datos⁶⁸. El resultado obtenido es el siguiente:

Figura 36. Impacto en las variables identificadas en poblaciones de 100 Mbps y 30 Mbps

Despliegue de cobertura de 100 Mb y 30 Mb

Impacto estimado en entidades singulares de población de 100 a 2.000 hab.



Fuente: Elaboración propia.

Se podría concluir como gran titular que destaca con claridad por encima de todos los demás, que con los 100 Mbps “por fin llegó el vídeo a los entornos rurales”. Como ya apuntaba Glass (Glass & Stefanova, 2010), el vídeo bajo demanda genera el mayor diferencial con el incremento de velocidad y es clave en el fomento de adopción.

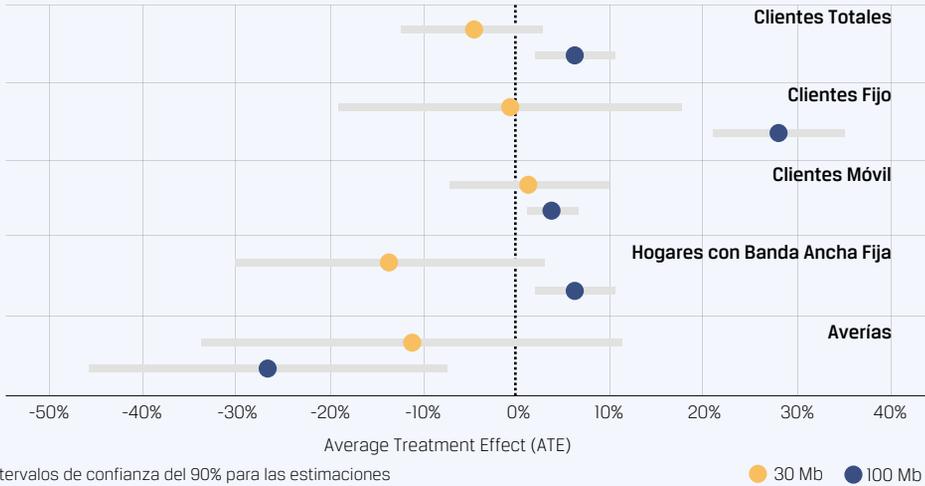
El impacto de esta variable hace que, por escala, no se perciba claramente en el gráfico el impacto del resto, por ello se incorpora una adicional excluyendo de la misma los Hogares IPTV. El resultado se ve en la Figura 37:

68 <https://www.datacamp.com/>.

Figura 37. Impacto en las variables excluyendo Hogares con TV, en poblaciones de 100 Mbps y 30 Mbps

Despliegue de cobertura de 100 Mb y 30 Mb

Impacto estimado en entidades singulares de población de 100 a 2.000 hab.



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia un crecimiento muy significativo en las poblaciones con cobertura de 100 Mbps en clientes fijos, en los “Clientes Totales” como consecuencia de ese impulso y en “Hogares con Banda Ancha Fija”.

También se aprecia una mejora en la calidad al reducirse el porcentaje de averías notablemente en comparación con las poblaciones de 30 Mbps.

Vemos los resultados numéricos en la siguiente Tabla:

Tabla 23. Impacto en las variables identificadas en poblaciones de 100 Mbps y 30 Mbps

	Tratamiento	ATE	Límite Inf	Límite Sup
Hogares TV	30	10%	-57,20%	76,60%
	100	131%	51,30%	211,70%
Hogares BAF	30	-14%	-30,10%	2,90%
	100	6%	1,80%	10,60%
Clientes Totales	30	-5%	-12,30%	2,90%
	100	6%	2,00%	10,40%
Clientes Móvil	30	1%	-7,30%	9,90%
	100	4%	1,10%	6,70%
Clientes Fijo	30	-1%	-19,10%	17,70%
	100	28%	20,80%	35,20%
Churn Fijo	30	11%	-62,40%	84,20%
	100	3%	-17,50%	22,50%
Averías	30	-11%	-33,90%	11,30%
	100	-27%	-45,90%	-7,50%

Fuente: Elaboración propia.

Se incorpora en la investigación la tasa de adopción. En particular se representan datos relativos al primer semestre de 2020.

Se trataría de una elaboración propia que pretende dar un orden de magnitud, al no incluir el estudio los datos relativos a todos los operadores que pudieran tener clientes potenciales en esas poblaciones. Pero al representar a su gran mayoría se considera suficientemente representativa:

Tabla 24. Penetración en Primer Semestre 2020 por Población y Hogar

Promedio Primer Semestre 2020 (sobre Población)	100Mb	30Mb	Control
Clientes Totales	38,90%	33,90%	36,70%
Promedio Primer Semestre 2020 (sobre Hogares)	100Mb	30Mb	Control
Hogares BAF	26,30%	17,40%	15,20%
Hogares TV	15,90%	11,50%	9,30%

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia una penetración con índices muy superiores a los esperados en vista a la literatura compartida previamente. Aunque hay una leve diferencia en “Clientes Totales”, la gran revolución se produce en la diferencia de “Hogares con Banda Ancha Fija” y en TV a medida que se mejora la velocidad, siendo especialmente significativo este efecto cuando las mismas alcanzan los 100 Mbps.

Como última parte en este apartado de la investigación se analiza otra variable que es determinante para que los Operadores de Telecomunicaciones puedan valorar la idoneidad de estas inversiones, el ARPU mensual medio conseguido:

Figura 38. Evolución del ARPU en las Entidades Singulares objeto de Estudio

Evolución del ARPU en las Entidades Singulares del Estudio

ARPU Mensual. Entidades de 100 a 2.000 hab.



Fuente: Elaboración propia.

Se alcanzan medias muy significativas, que superan los 60 € en el grupo de control. Se observa una diferencia en las poblaciones que alcanzan los 30 Mbps. No obstante, donde realmente hay un salto significativo en el ARPU es en aquellos donde el despliegue es de velocidades de 100 Mbps, llegando a medias superiores a los 70 €.

Si sobre estos datos se realiza un análisis en los ARPUs medios correspondiente a los clientes de Banda Ancha Fija dentro de la muestra, el resultado obtenido es el de la Tabla 25:

Tabla 25. ARPUs medios en clientes con Banda Ancha fija

	Clientes Banda Ancha Fija	De ellos con TV	ARPU Medio
100Mbps	82%	90%	78 €
30Mbps	74%	89%	72 €
Control	66%	87%	70 €

Fuente: Elaboración propia.

Son unas cifras de ARPU, al igual que ocurre con la tasa de adopción, superiores a los observados en la literatura revisada.

Conviene resaltar el elevado precio que resulta para los ciudadanos que residen en poblaciones rurales, con ni siquiera 30 Mbps de velocidad, el poder disponer de unas comunicaciones básicas. Incluso accediendo sólo a velocidades que no les permiten cubrir la gran mayoría de las necesidades digitales, los precios son muy superiores a la media nacional. La razón probablemente obedece a que, al haber sido desplegadas por Operadores sin prácticamente ningún tipo de subvención, la elevada inversión requerida no permite retornos que puedan reducir esos precios y llevan al ciudadano de esa “España Vacía” a un escenario muy complicado: comunicaciones insuficientes, con precios muy elevados, en sitios donde son imprescindibles debido a lo remoto de su ubicación.

Con los datos obtenidos de la investigación al contrastarlos con la literatura investigada, se realizan las siguientes conclusiones.

- Podemos concluir que se confirma la hipótesis de partida de la pregunta de investigación 2, relativa a que las medidas adoptadas por el Gobierno de España, dentro del marco de la ADpE, han contribuido a un desempeño de servicios de telecomunicaciones proporcionados por operadores privados, diferencial en los beneficiados por 100 Mbps, pero poco significativos en los que han tenido solo a 30 Mbps.
- Sin embargo, no tenemos datos suficientes en la investigación para estimar si el retorno de inversión de los operadores a estas velocidades con estas subvenciones es rentable o no.

La intensidad máxima de ayudas fijadas por los FEDER para el período PEBA 2013-2021 se fijó por Comunidad Autónoma a principios del programa, oscilando entre un 50% y un máximo de 80%, que, aunque pudiera ser complementado con subvenciones nacionales a cargo de los PGE, en el histórico de estos años no ha excedido nunca de media el entorno 70%⁶⁹ como se presentó en la Tabla 7.

69 <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.

A partir del año 2021 las subvenciones para despliegue PEBA ya no dependen de fondos FEDER sino de los Fondos Europeos de Reconstrucción en el denominado Programa UNICO⁷⁰. Este programa presenta novedades significativas, como que se haya realizado consulta pública de demarcaciones, que se basen en parcelas catastrales y no Entidades Singulares de Población y especialmente el que sea posible superar los porcentajes máximo de subvención si fuera necesario para ciertas demarcaciones.

Ese cálculo se realiza en la Secretaría de Estado en base al histórico y a la situación de disponibilidad de zonas elegibles y, según las bases redactadas en la primera convocatoria, el límite de subvención se eleva al 95%.

La investigación nos presenta ARPUs medios de 70 € obtenidos en poblaciones de 100 Mbps, e índices de penetración que alcanzan casi el 40% de la población. Es decir, datos muy alentadores en relación con la literatura científica expuesta, pero aun así no suficientes para estimar el retorno de inversión de los operadores. Debería ser en estudios internos de cada uno de ellos, donde en base a los resultados expuestos analizasen la idoneidad de presentarse o no.

Podría pensarse que esas subvenciones medias hasta la fecha no son suficientes para la gran mayoría de los operadores. Esto explicaría por qué la gran mayoría de las adjudicaciones de los planes PEBA en España han sido adjudicadas a Telefónica⁷¹, ya que es probablemente el Operador que decide incluir en su plan de negocio beneficios adyacentes adicionales al realizar esos despliegues, tales como el apagado de centrales de cobre y una mayor base de clientes con TV, para contribuir a la amortización de la inversión en contenidos de TV, especialmente el fútbol.

Pero para el resto de los operadores que no cuentan con esos *upsides* añadidos es muy complicado acudir con solo ese nivel de porcentaje de subvención, salvo que las zonas blancas se ubiquen cerca de donde ya están y por tanto complementen huellas ya existentes con costes de despliegue mucho menores, casos muy poco frecuentes.

Algún otro adjudicatario relevante como es el caso de Adamo⁷², puede obedecer a que la propiedad corresponde a un *private equity* (en este caso EQT) donde sus proyectos de retorno muchas veces corresponden a juego de múltiplos⁷³, proyectando futuras ventas⁷⁴, en lugar de a cálculo de VAN.

⁷⁰ <http://rsocial.expansionpro.orbyt.es/>.

⁷¹ <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.

⁷² <https://www.redestelecom.es/>.

⁷³ <https://www.vozpopuli.com/>.

⁷⁴ <https://cincodias.elpais.com/>.

Si bien es cierto que los objetivos de la ADpE se cumplen igualmente, aunque el adjudicatario fuera siempre el mismo, ya que los concursos PEBA regulan las condiciones del acceso mayorista a las mismas al resto de operadores que estuvieran interesados en “condiciones equitativas y no discriminatorias” (CNMC, 2016).

La flexibilidad de umbrales máximos que permiten los fondos de Recuperación, en comparación con los fondos FEDER, da la oportunidad a un análisis riguroso que proporcionará realmente acabar con la brecha digital, asignando distintos niveles de subvención adaptados a los requerimientos de inversión precisos.

La investigación expuesta en este capítulo ha mostrado durante el período de observación los cambios y diferencias de estas variables entre las Entidades que han disfrutado de 100 Mbps, aquellas que lo han hecho con 30 Mbps y las Entidades de control que no han llegado a estos umbrales, acorde a los criterios ya explicados.

Como parte complementaria de este capítulo, se analiza el impacto en aquellas Entidades que, durante el período analizado, iniciaron el mismo con velocidades inferiores a 30 Mbps, en algún momento en este período disfrutaron de upgrades a esa velocidad y también dentro del mismo período, se beneficiaron así mismo de despliegue 100 Mbps.

Al ser muy reducida la muestra, se han modificado las condiciones de las Entidades de Control, considerando aquellas que han estado por debajo del 100% de cobertura de 30 Mbps o por debajo del 80% en el caso de 100 Mbps, pero eliminando el criterio de que no alcanzasen el 40% de ninguna de ellas. Aun con esta modificación de criterio, la muestra es muy pequeña, alcanzando solo 41 Entidades en toda España:

Tabla 26. Entidades con evolución de velocidad en ambos estados durante período de muestra

Año con 30 Mbps	Año con 100 Mbps	Número de entidades
2015	2016	1
2015	2017	1
2015	2018	3
2015	2019	6
2017	2018	5
2017	2019	16
2018	2019	9

Fuente: Elaboración propia.

Además, en 15 de ellas se produce el doble salto de velocidad en tan solo un año, lo que dificulta que haya ventana temporal suficiente para apreciar su comportamiento en 30 Mbps.

Esta suma de factores, el cambio de criterio, la gran diferencia de muestra y el poco tiempo entre el cambio de velocidad, hacen que no se considere comparable el resultado con lo expuesto anteriormente.

Tabla 27. Penetraciones al evolucionar la velocidad en las mismas Entidades

	100Mb	30Mb	Control (Fuera de umbral mínimo)
Cientes Totales	47,50%	46,70%	45,70%
Hogares BAF	22,30%	18,60%	16,30%
Hogares TV	11,10%	10,40%	7,50%

Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene como resultado una diferencia de penetración similar en “Clientes Totales”, pero con un valor absoluto de partida más alto. Por otra parte, las diferencias de penetración en “Hogares con Banda Ancha Fija” y en “Hogares con TV”, aunque con diferencias significativas, son inferiores a los observados en el otro estudio, probablemente debido al poco tiempo transcurrido desde el despliegue de la nueva velocidad a la medición del ratio.

Como conclusiones en este análisis se obtienen ratios de penetración y ARPUS notablemente superiores a los encontrados en literatura académica. El impacto con velocidades de 100 Mbps en incremento de “Hogares con TV” es especialmente significativo, destacando también la diferencia de “Hogares con Banda Ancha Fija” y la mejor calidad de servicio gracias a un notable descenso de averías.

Este incremento de TV junto al probable impacto positivo debido a la facilitación del futuro apagado del cobre⁷⁵, ha generado que mayoritariamente sea Telefónica quien haya podido dar el paso de afrontar la inversión de estos despliegues, incluso con subvenciones del 70% sobre la inversión prevista.

Es también significativo el alto precio que por las comunicaciones se paga en entornos rurales, con prestaciones muy deficitarias y claramente insuficientes cuando no se alcanzan los 30 Mbps, siendo esta una reflexión para los Gobiernos de cara a políticas para su contingencia y resolución, especialmente con la flexibilidad de alcanzar tasas superiores de subvención que habilitan los fondos de Recuperación en comparación con la situación vivida con fondos FEDER.

⁷⁵ <https://www.eleconomista.es/>.

CAPÍTULO 5

Resultados de la tercera pregunta de investigación

5.1

Análisis durante el confinamiento comparativo entre entidades con 30 Mbps y con 100 Mbps

“TANTO VALES CUANTO TIENES Y TANTO TIENES CUANTO VALES.”

Miguel de Cervantes

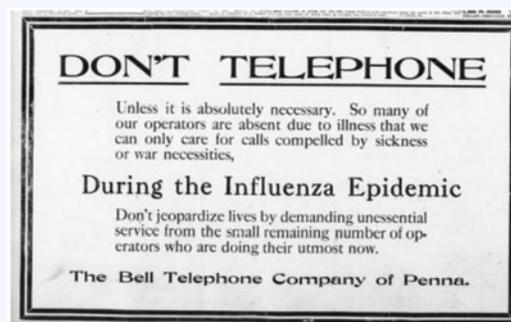
La AD buscaba digitalizar a Europa como vía de progreso y crecimiento. Si ha habido una prueba que ha permitido experimentar como interactúa una sociedad digitalizada y qué es preciso para que esa digitalización funcione es la que se ha producido a consecuencia de la pandemia COVID-19 y su confinamiento asociado. Más de 3 billones de personas en el mundo han permanecido confinadas en un periodo más o menos simultáneo de tiempo.

Esa reclusión obligada ha puesto en valor más que nunca el papel de la conectividad, especialmente donde se ha producido la mayor parte del tiempo de los ciudadanos durante el confinamiento, en los hogares.

Las necesidades propias de cada servicio, más el hecho de la concurrencia de varias personas en rangos temporales similares, ha puesto a prueba la resistencia y eficiencia de las redes.

Tradicionalmente en crisis semejantes se recomendaba la limitación de su uso como reza este anuncio de la Bell Telephone Company:

Figura 39. Anuncio de la Bell Telephone Company en 1918



Fuente: @PessimistsArc, 2020⁷⁶.

⁷⁶ <https://twitter.com/PessimistsArc/status/1256957779790659588?s=20>.

El hogar se convirtió en el centro de operaciones necesario para todo nuestro día a día, desde allí se ha realizado teletrabajo, lo cual ha permitido la continuidad en múltiples actividades económicas; desde el mismo se ha realizado la teleeducación y por tanto se ha podido evitar la interrupción de las labores educativas con el riesgo latente que existía de pérdida de curso académico; el comercio *online* ha batido récords de utilización y ha permitido mantener el acopio de la mayor parte de los suministros necesarios; por no hablar del mantenimiento de la interrelación social a través de diversas formas digitalizadas con familiares y amigos, así como el ocio, con uno de sus motores, la Televisión batiendo también récords de consumo como ese dato histórico de 284 minutos por persona/día en el mes de marzo, que recoge el estudio de Barlovento (Comunicación B, 2020):

Figura 40. Uso del Televisor durante marzo de 2020 según datos de Kantar



Fuente: Barlovento Comunicación, 2020.

El estudio de Antonio García Zaballos (Zaballos et al., 2020) estima que las telecomunicaciones han salvado entre un 20 y un 25% del PIB durante el período de movilidad restringida⁷⁷.

Y estos ratios hubieran sido aún mejores si en todos los lugares se hubiera disfrutado de la conectividad y velocidad adecuadas. En este pensamiento incide el documento del WEF (*World Economic Forum*) (WEF, 2020) donde se alerta de que “la falta de conectividad ha dificultado o imposibilitado que la población haya tenido acceso a diversos programas de apoyo implementados durante la cuarentena”.

⁷⁷ Se considera que, en términos generales, el confinamiento ha sido de 6 meses, por tanto, el impacto de las telecomunicaciones equivaldría a entre un 10% y 12% del PIB anual.

Porque, como menciona Elisabeth Beaunoyer en su artículo (Beaunoyer et al., 2020), si ya existían desigualdades digitales previas a esta situación, el COVID-19 lo que ha generado es que las ha exacerbado dramáticamente.

Es muy significativo el efecto producido por esta crisis que menciona Agustín Molina Morales en su artículo (Molina et al., 2020). La pandemia ha generado que el éxodo rural-urbano se invierta y que se hayan repoblado municipios, con la búsqueda de lugares más beneficiosos para el confinamiento. Esta situación ha acelerado la concienciación sobre la imperiosa necesidad de que las infraestructuras de telecomunicación funcionen adecuadamente también en esos lugares.

Esta masiva movilización hacia entornos rurales para pasar el confinamiento, según argumenta Andoni Montes (Montes, 2020), se explica porque ha permitido disfrutar de una serie de ventajas: como la comodidad en disponer de mayores espacios en las viviendas, el haber tenido acceso a un entorno más natural en el exterior, incluso durante el período de desescalada la prescindencia de horarios específicos para salir a pasear en poblaciones de menos de 5.000 habitantes. Sin embargo, esto contrasta, como también expone Montes, con un acceso a redes con muy baja velocidad y con ello la limitación para acceder a servicios que se han tornado en imprescindibles.

Otro de los efectos lo desarrolla Shamika Sirimanne de la UNCTAD (Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) cuando menciona⁷⁸: “Pensamos que llevaría tiempo convertir una brecha digital en una brecha de desarrollo. Pero el COVID-19 nos ha demostrado lo rápido que esto se está convirtiendo en una realidad”.

Natalia García Fernández (Fernández et al., 2020) explica que la realidad educativa en los entornos rurales durante el COVID-19 ha puesto de manifiesto la brecha digital existente durante la pandemia, pues la suspensión de la actividad lectiva presencial ha generado, por la falta de cobertura de banda ancha en esos entornos, serias dificultades para seguir regularmente las clases con la calidad mínima ante la falta de acceso rápido (solo 37% de la muestra analizada disponía de conexión fija a internet y tan solo el 42% de los hogares pudieron seguir las clases docentes a través de la plataforma *online* habilitada por los responsables educativos durante la pandemia).

Irene Ruiz-Martínez (Ruiz Martínez & Esparcia, 2020) manifiesta en su estudio, enfocado en la provincia de Valencia, que de los pequeños municipios entorno al 40% ha pedido ayuda para mejorar sus velocidades y que el 15% de las mismas no podían desarrollar servicios elementales de teletrabajo o comercio *online*, fundamentales durante la pandemia.

78 Disponible en <https://unctad.org/>.

Otro dato que confirma la problemática en estas zonas durante el confinamiento lo proporciona Miguel Ángel Esteban (Esteban et al., 2020) cuando indica que en las zonas rurales solo el 29% de los trabajadores han utilizado teletrabajo, en tanto que la cifra se eleva hasta el 44% en los entornos urbanos.

En la investigación realizada por Alicia Cadelo (Cadelo, 2020), quien presenta una serie de encuestas sobre la calidad de la educación a distancia en el período de la pandemia, concluye que el 31% manifestó problemas de conexión y un 3,4% adicional menciona que esos problemas fueron permanentes.

La afirmación de Brian Chen (Chen, 2020) en su artículo puede representar el sentir de muchos ciudadanos: “Al principio de la pandemia, mi internet se convirtió en insoportablemente lento y sufrí muchos cortes⁷⁹” pero el problema adicional en el entorno rural es que este tipo de problemática no se realizó solo al principio (en los entornos urbanos se pudo resolver con reconfiguraciones y extensiones a los pocos días del inicio del confinamiento), sino que fue permanente durante todo el período de confinamiento.

Zaballos (Zaballos et al., 2020) afirma que la velocidad de conexión, en situaciones extremas como esta, pone en clara desventaja a entornos rurales por su problemática para acceder a servicios que han sido esenciales. De hecho, especifica que la velocidad mínima necesaria para mantener durante este período los servicios mayoritarios esenciales (entre los que menciona teletrabajo, educación *online* y añade el *online gaming*) con una calidad de servicio que haya permitido realizarlo sin complicaciones durante la pandemia, debía ser de al menos, 50 Mbps.

Esta pandemia ha aflorado frustración al comprobar que en aspectos de conectividad se produce también un *gap* entre percepción y realidad. John Lai en su artículo (Lai & Wildmar, 2021) explica que muchos usuarios tenían una percepción de velocidad basada en lo publicitado por algunos operadores, pero la experiencia de uso real por razones diversas (acceso en horas punta, equipamiento disponible en el hogar, infraestructura tecnológica del operador o acceso a los servidores) ha sido muy inferior a la esperada. Es importante recordar que, en el mundo residencial, habitualmente las velocidades publicadas nunca están garantizadas. En este artículo también se pone de manifiesto que la velocidad mínima necesaria para tener contenido en la calidad adecuada es de 50 Mbps, en la línea de lo mencionado por Zaballos.

Rebeca Lee en su artículo (Lee, 2020) recomienda sobre las velocidades de internet necesarias durante la pandemia, explica los consumos habituales que se están teniendo y concluye que las velocidades mínimas recomendadas por hogar serían de, al menos, 10 Mbps por persona residente en el hogar. Aunque la media en Es-

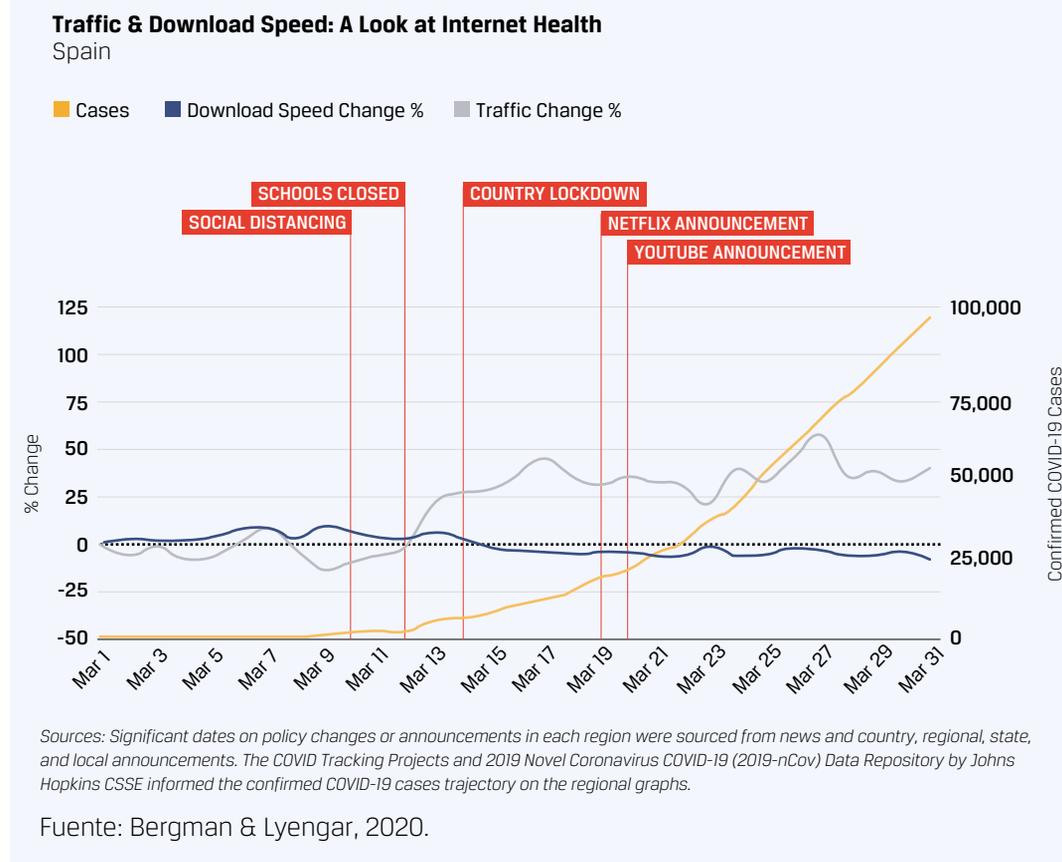
79 *At the beginning of the pandemic, my internet also became unbearably slow and suffered several outages.*

paña según el INE es de 2,5 habitantes por hogar⁸⁰, en las Entidades Singulares objetivo de este estudio, la media alcanza los 5,22 por tanto se confirma también esa velocidad mínima necesaria por encima de 50 Mbps por hogar.

La SETID menciona en su documento *Componente 15* (Gobierno de España, 2021b) una velocidad de 15 Mbps para separar el 4G no funcional, lo cual, si lo multiplicamos por el mismo número de habitantes medios por hogar, nos llevaría a la cifra cercana a los 80 Mbps necesarios por hogar.

El impacto en las velocidades durante la pandemia lo recoge gráficamente Artur Bergman en su artículo (Bergman & Iyengar, 2020), donde presenta en el caso de España, con una caída media de velocidad del 8% ocasionada por un incremento de tráfico del 39,4%, especialmente a partir del día 14 de marzo, fecha del inicio del confinamiento.

Figura 41. Incremento de Tráfico de Internet y variación de velocidad durante el confinamiento



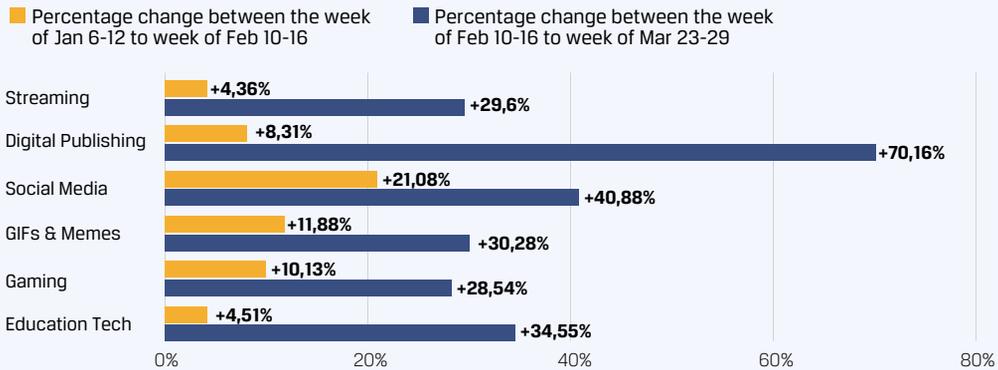
⁸⁰ Disponible en <https://www.ine.es/>.

El aumento de tráfico fue ocasionado por un incremento masivo en el uso de las aplicaciones más extendidas.

Figura 42. Cambios en el consumo de tráfico de aplicaciones

Traffic Trends By Industry

Changes in Average Requests Per Second (RPS)



Fuente: Bergman & Lyengar, 2020.

Es importante destacar que la caída de velocidad media en España fue inferior a la registrada en otros países europeos, debido en parte a una menor subida de tráfico por gestiones inteligentes de los operadores (por ejemplo, la reducción de calidad de vídeo tanto de Netflix como YouTube, lo cual ayudó a que el tráfico de internet no se disparase aún más, esto ocurrió en España y en Francia) y también por un mayor despliegue de fibra que el resto de los vecinos europeos.

Figura 43. Comparativa en países europeos



Fuente: Bergman & Lyengar, 2020.

Hay más estudios que confirman los incrementos de tráfico durante el confinamiento como el que realiza ENISA (*European Union Agency for Cybersecurity*) en su informe sobre buenas prácticas y lecciones aprendidas en seguridad de Telecomunicaciones durante la pandemia (ENISA, 2020). En este estudio se confirma también ese 39,4% de incremento en tráfico de datos y reducción del 8% en la velocidad. Se especifica más detalle en el mismo, al distinguir dentro de los datos medios que un 26% correspondieron al incremento de tráfico en las redes fijas y un 48% al incremento en las redes móviles.

Otro ángulo importante de análisis es el del incremento en valor absoluto del número de Gb consumidas durante el confinamiento. Para ello se recoge el informe de OpenVault (OpenVault, 2020). En el mismo se presenta que el incremento fue del entorno de 100 Gb mensuales si se compara el segundo trimestre del año 2020 con el mismo trimestre el año anterior (lo que supuso un incremento de más del 38%) y superior a 70 Gb cuando se compara con el trimestre previo del mismo año 2020, donde en algunos casos de Europa, como fue el italiano, ya existía confinamiento⁸¹. Se llegó a valores absolutos superiores a los 300 Gb.

Lo razonable sería asumir que esta pandemia generará nuevos hábitos de comportamiento, por tanto, no se puede considerar que las necesidades de conectividad han sido un hecho puntual con poca probabilidad de repetición. Como indica el estudio estadístico de Havas Media (Havas Media, 2020) hay nuevos hábitos y actividades que continúan en el hogar transcurrido el período de confinamiento, en particular las videoconferencias con familiares y amigos, pero también de forma muy relevante el teletrabajo, la formación a través de Internet y la compra *online*.

Sirva todo este análisis de preámbulo para justificar la importancia de esta parte de la investigación, cuyo objetivo es determinar si en los entornos rurales, el objetivo de cobertura con velocidades de 30 Mbps ha sido suficiente para cubrir las necesidades digitales durante la pandemia.

Para ello, y debido a que durante el estado de alarma se prohibió el cambio de compañía de telecomunicaciones tanto en las portabilidades de servicios fijos como móviles⁸², se han recopilado los datos del operador mayoritario en cuota de mercado de acceso fijo de forma anonimizada, representando una cuota de mercado en ese momento superior al 50%, siendo por tanto muy significativa. Esto ha permitido tener unos datos muy homogéneos en la muestra tratada.

En particular se han recopilado 6,4 millones de registros agregados correspondientes a los meses de la pandemia. Todas las series se han medido desde enero de 2016 hasta junio de 2020 (final del confinamiento) en fichado mensual, excepto las relativas a consumo de datos fijos, de las que se disponía de una historia menor y

⁸¹ Disponible en <https://www.elperiodico.com/>.

⁸² Disponible en <https://www.larazon.es/>.

la medición ha sido desde marzo de 2019 hasta junio de 2020, longitud que se ha considerado adecuada para medir efectos con suficiente confianza.

Los datos recogidos y que se analizan corresponden a una serie de variables medidas en las Entidades Singulares de Población con las dos velocidades de cobertura, 30 Mbps y 100 Mbps. En particular el consumo de Datos Fijos por vivienda, el consumo de Datos móviles por cliente, los Minutos del Uso de Voz en telecomunicaciones móviles por cliente (MOU), el número de llamadas a *call center* por reclamaciones por cliente y el número de llamadas a call center reclamando averías por cliente.

En lo relativo a la metodología, para estimar el impacto del confinamiento no podemos comparar Entidades que hayan sufrido y que no hayan sufrido dicho confinamiento dado que no existen Entidades de este último grupo. El confinamiento fue una medida que afectó a todo el territorio nacional y por tanto debemos acudir a otro tipo de técnicas distintas a los *causal forest* que hemos utilizado en las dos primeras preguntas de investigación. Por idéntica razón, tampoco podemos utilizar otras técnicas como “diferencias en diferencias” o los métodos de control sintético.

Como se mencionó en el apartado 1.3.2 sobre la Metodología utilizada en la investigación, se ha optado por la técnica denominada modelos de series temporales estructurales bayesianas, o BSTS.

La estrategia seguida para estimar ahora el impacto consiste en ajustar un modelo con datos previos a la intervención y proyectarlo a futuro. Para esta estrategia no es estrictamente necesario que el modelo utilizado sea un modelo BSTS, sino que podría ser un modelo ampliamente utilizado como ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*).

Se han aplicado modelos BSTS dado que han demostrado su utilidad en la estimación de impactos causales, que es el problema que se investiga.

Se trata de modelos de series temporales muy flexibles, que generalizan a los modelos ARIMA. Su carácter modular les hace más transparentes y permiten inspeccionar visualmente los componentes subyacentes del modelo, así como incorporar creencias previas de los valores de dichas componentes.

Los modelos BSTS representan un buen marco para estimar el efecto causal de una intervención diseñada en una serie temporal. Estos modelos descomponen la respuesta en diversos componentes: tendencia, estacionalidad y una componente regresiva, que aportan un conjunto de regresores de manera contemporánea.

Los modelos son después usados para predecir el *contrafactual*, que se identifica con la evolución de la respuesta después del momento en que se produce la intervención si ésta no hubiera ocurrido.

El impacto se estima entonces como la diferencia entre dichos valores esperados de la respuesta y los valores reales observados. En este caso, el período pre-intervención de la serie temporal de las Entidades afectadas por la intervención ac-

túa como control, a diferencia de los métodos anteriormente citados, donde dicho control lo ejercían elementos no sometidos a la intervención.

En nuestro caso, se ha utilizado el paquete de R CausalImpact (Brodersen et al., 2015), y lo hemos aplicado para estimar el impacto del confinamiento en las cinco respuestas mencionadas.

A su vez, estos impactos se han calculado sobre dos grupos de Entidades Singulares de Población: Entidades en cobertura de 30 Mbps (1.933 Entidades) y Entidades en cobertura de 100 Mbps (1.591 Entidades). Es un menor número de Entidades que en las preguntas previas, al haber seleccionado para este caso las que se han tenido esta velocidad durante toda la serie temporal analizada.

Hemos utilizado los siguientes regresores: total de clientes, de “Hogares con Banda Ancha Fija” y de “Clientes Solo Móvil” en las Entidades de Población.

Estos regresores no se han visto afectados por la intervención y están relacionados a su vez con las respuestas, con lo que se han considerado unas covariables idóneas para ayudar a medir el impacto del confinamiento.

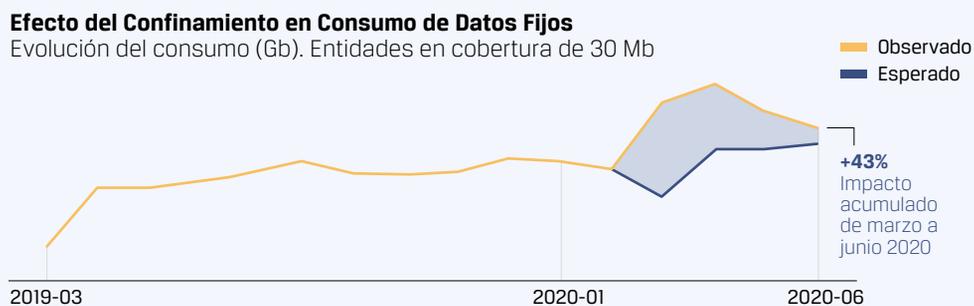
El período post-intervención, sobre el que se ha calculado el impacto, son los meses de marzo a junio de 2020.

Los modelos se han entrenado aplicando una tendencia local, 12 períodos estacionales (asociados al fechado mensual) y los datos se han estandarizado previamente.

Se presentan los resultados obtenidos utilizando gráficos realizados con el paquete de R *ggplot2* (Wickham, 2016).

En primer lugar, se pretende comprobar si los incrementos de tráfico de redes fijas registrados de forma genérica en España se corresponden con los registrados en las Entidades Singulares de Población objeto de nuestro estudio:

Figura 44. Efecto del Confinamiento en Incrementos Datos Fijos. 30 Mbps

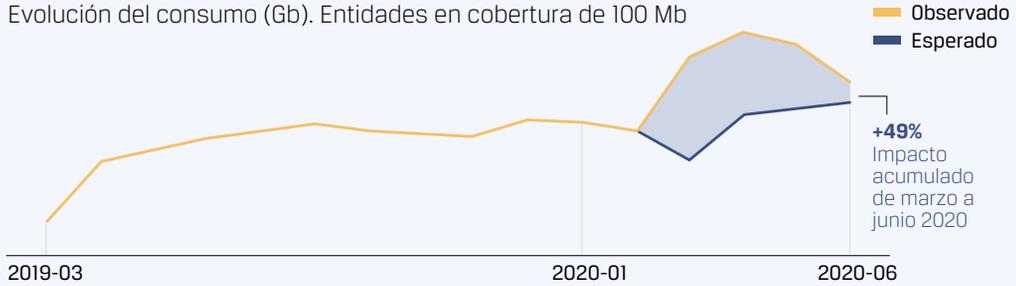


Fuente: Elaboración propia.

Figura 45. Efecto del Confinamiento en Incrementos Datos Fijos. 100 Mbps

Efecto del Confinamiento en Consumo de Datos Fijos

Evolución del consumo (Gb). Entidades en cobertura de 100 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Las observaciones confirman el incremento muy significativo de tráfico durante los meses de marzo a junio en comparación con el valor esperado.

El siguiente punto a analizar en la investigación es si el patrón de comportamiento de uso de telefonía móvil entre ambos tipos de Entidades es similar y para ello se compara el incremento de minutos de voz entre ambos grupos de Entidades:

Figura 46. Efecto del Confinamiento en Consumo de minutos de Voz Móvil. 30 Mbps

Efecto del Confinamiento en Consumo de Voz Móvil

Evolución del consumo (horas). Entidades en cobertura de 30 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Figura 47. Efecto del Confinamiento en Consumo de minutos de Voz Móvil. 100 Mbps

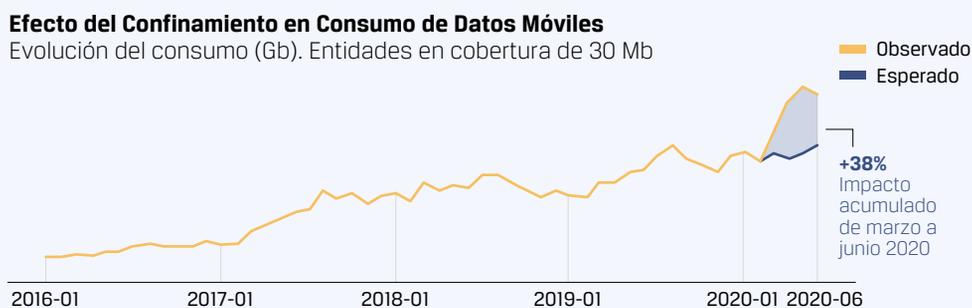


Fuente: Elaboración propia.

Se observa un repunte en ambas, pero no diferencias sustanciales entre las mismas.

El haber sido estas Entidades Singulares de Población zonas de mucha menor actividad laboral, poco tránsito y haberse convertido mayoritariamente lugares residenciales de permanencia durante el estado de alarma debería dar como conclusión que el incremento de utilización de redes móviles haya sido notablemente menor frente a los grandes centros urbanos. Adicionalmente se debería obtener un comportamiento similar en el consumo de datos móviles, dado que el comportamiento de minutos de voz móvil es parecido entre las Entidades de 30 Mbps y las de 100 Mbps. El resultado de la comparativa proporciona datos interesantes:

Figura 48. Efecto del Confinamiento en Incrementos Datos Móviles. 30 Mbps



Fuente: Elaboración propia.

Figura 49. Efecto del Confinamiento en Incrementos Datos Móviles. 100 Mbps**Efecto del Confinamiento en Consumo de Datos Móviles**

Evolución del consumo (Gb). Entidades en cobertura de 100 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Se confirma que en este tipo de Entidades el consumo de datos móviles fue inferior a la media de España, pero contrariamente a lo que ocurre en el uso de voz, en las Entidades donde se ha disfrutado de menor velocidad, es decir 30 Mbps, se ha observado un incremento del tráfico de datos muy superior al experimentado en las Entidades con conectividad a 100 Mbps.

La diferencia entre ambos puede radicar en que las que han dispuesto de 100Mbps no han precisado utilizar más el móvil al tener sus necesidades de datos cubiertas por las redes fijas, mientras que los que han tenido solo redes de 30 Mbps, han precisado complementar sus necesidades digitales con los dispositivos móviles para realizar más conexiones de datos.

Un aspecto que complementa la investigación es comprobar si el grado de satisfacción de esos usuarios en Entidades de 30 Mbps era inferior al de las de conectividad de 100 Mbps y para ello se comparan las llamadas al Centro de Atención al Cliente de ese Operador durante el período de confinamiento, contabilizándose y comparando las que resultaron con etiqueta de “Reclamación” o de “Solicitud por Avería”:

Figura 50. Efecto del Confinamiento en llamadas a *Call Center* por Reclamaciones. 30 Mbps

Efecto del Confinamiento en Reclamaciones

Evolución del nº de reclamaciones. Entidades en cobertura de 30 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Figura 51. Efecto del Confinamiento en llamadas a *Call Center* por Reclamaciones. 100 Mbps

Efecto del Confinamiento en Reclamaciones

Evolución del nº de reclamaciones. Entidades en cobertura de 100 Mb



(1) El efecto es tan débil que puede ser considerado espurio, y por tanto no se ha considerado estadísticamente significativo

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de “Reclamaciones” se comprueba un incremento en las Entidades de menor velocidad, mientras que no se observa una variación significativa en las Entidades con conectividad a 100 Mbps.

En lo referente a las llamadas de “Solicitud por Avería”:

Figura 52. Efecto del Confinamiento en llamadas a Call Center por Averías. 30 Mbps

Efecto del Confinamiento en Averías

Evolución del nº de averías. Entidades en cobertura de 30 Mb



Fuente: Elaboración propia.

Figura 53. Efecto del Confinamiento en llamadas a Call Center por Averías. 100 Mbps

Efecto del Confinamiento en Averías

Evolución del nº de averías. Entidades en cobertura de 100 Mb



(1) El efecto es tan débil que puede ser considerado espurio, y por tanto no se ha considerado estadísticamente significativo

Fuente: Elaboración propia.

De nuevo se produce un incremento muy significativo en las Entidades de 30 Mbps, no siendo el caso en las de 100 Mbps. Como se mencionó previamente en el *paper* de John Lai (Lai & Wildmar, 2021), muchas veces la llamada denunciando una avería se corresponde sencillamente a una diferencia de percepción entre la velocidad que creemos disfrutar o tenemos derecho y la contratada; también cuando esta no es capaz de soportar con calidad las aplicaciones y carga de datos simultánea experimentada en el confinamiento, se llama indicando que el servicio no funciona.

Con estos datos, parece confirmarse la hipótesis de partida referente a la problemática experimentada por las personas confinadas en Entidades de sólo 30 Mbps.

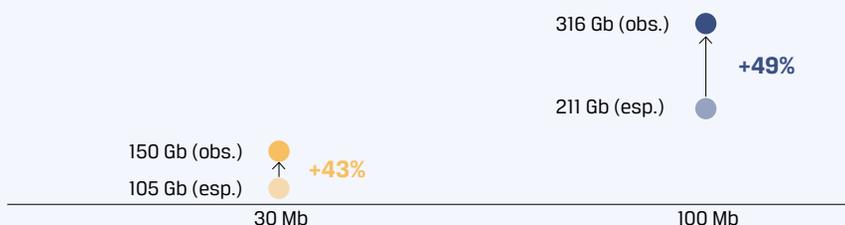
Para complementar los datos agregados ya mencionados, se compara el incremento de datos en valor absoluto a nivel individual, es decir el análisis por usuario en las Entidades de cada una de las velocidades.

Iniciamos el análisis por la comparativa de Datos Fijos:

Figura 54. Comparación en Consumo de Datos Fijos por usuario

Impacto del Confinamiento en Consumo de Datos Fijos

Valores mensuales esperados y observados por cliente según cobertura. Promedio de marzo a junio de 2020



Fuente: Elaboración propia.

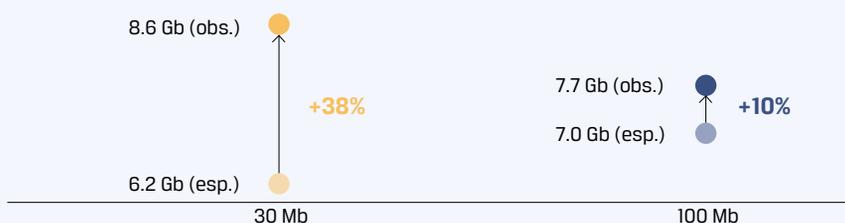
Se ve claramente en los resultados que las Entidades de 100 Mbps están muy en línea con las presentadas en el informe mencionado OpenVault, con incrementos en valor absoluto de más de 100 Gb superando valores absolutos de 300 Gb. Sin embargo, las Entidades con conectividades de 30 Mbps no han incrementado el uso como la media, quedándose en apenas 45 Gb y se han quedado muy lejos del consumo en valor absoluto al estar en menos del 50% de las medias individuales obtenidas en las otras Entidades.

Cuando se analizan los resultados en Datos Móviles:

Figura 55. Comparación en Consumo de Datos Móviles por usuario

Impacto del Confinamiento en Consumo de Datos Móviles

Valores mensuales esperados y observados por cliente según cobertura. Promedio de marzo a junio de 2020



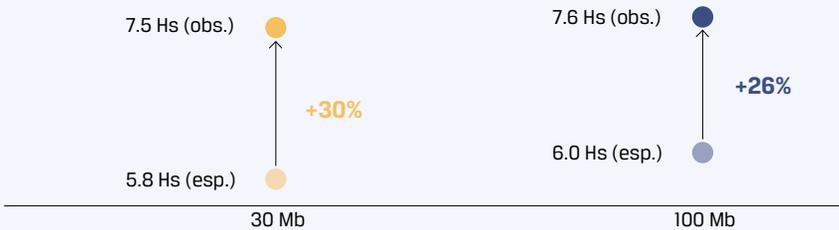
Fuente: Elaboración propia.

Se confirma lo observado con datos agregados: no es solo que el incremento porcentual sea mayor en las Entidades de 30 Mbps, es que el consumo en valor absoluto individual es mayor alcanzando los 8,6 Gb frente a los 7,7 Gb de las Entidades de 100 Mbps, cuando el comportamiento en voz es prácticamente idéntico en número absoluto de llamadas, tal como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 56. Comparación en Consumo de Voz Móvil por usuario

Impacto del Confinamiento en Consumo de Voz Móvil

Valores mensuales esperados y observados por cliente según cobertura.
Promedio de marzo a junio de 2020



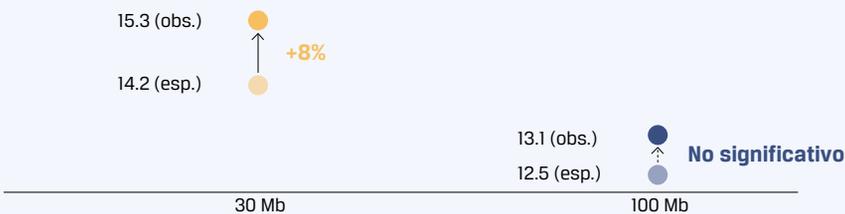
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que el realizado con los datos agregados, concluimos el análisis con la comparación del número de llamadas a Centros de Atención al Cliente bien por concepto “Reclamaciones” o bien por “Solicitud por Averías”:

Figura 57. Comparación de llamadas a Centros de Atención al Cliente por Reclamaciones

Impacto del Confinamiento en Reclamaciones

Valores mensuales esperados y observados por cada 1.000 clientes según cobertura.
Promedio de marzo a junio de 2020

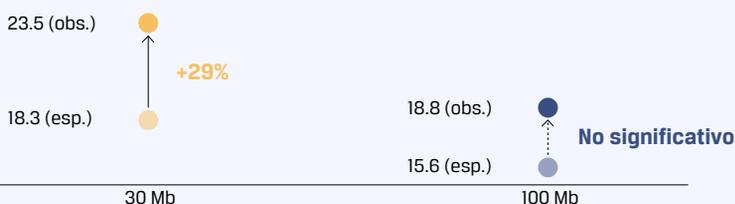


Fuente: Elaboración propia.

Figura 58. Comparación de llamadas a Centros de Atención al Cliente por Averías

Impacto del Confinamiento en Averías

Valores mensuales esperados y observados por cada 1.000 clientes según cobertura. Promedio de marzo a junio de 2020



Fuente: Elaboración propia.

En ambos se observa un incremento significativo en el caso de las llamadas en Entidades de 30 Mbps y, aunque en el caso de las de 100Mbps no son significativas, el número de llamadas por 1.000 habitantes es muy superior también en valor absoluto en esas Entidades, coincidiendo prácticamente en nivel inferior con el superior de las de 100 Mbps de velocidad.

Se presenta resumen de todos los datos comentados previamente en la siguiente Tabla con excepción del número agregado absoluto por el anonimato de ese dato acordado con el Operador:

Tabla 28. Resumen de Datos

Tratamiento	y	Promedio mensual por cliente post intervención			Efecto Agregado		
		Esperado	Observado	Diferencia neta	Efecto acumulado (%)	Efecto acumulado absoluto	P-Valor
100	Datos fijos (Gb)	211	316	104	49,40%	71.552.172	2,1%
	Datos móviles (Gb)	7	8	1	10,04%	297.744	6,3%
	MOU móvil (Hs.)	6	8	2	25,67%	660.827	0,0%
	Reclamaciones	No significativo			No significativo		17,5%
	Averías	No significativo			No significativo		15,9%
30	Datos fijos (Gb)	105	150	45	42,71%	18.432.865	3,7%
	Datos móviles (Gb)	6	9	2	37,76%	726.156	0,0%
	MOU móvil (Hs.)	6	8	2	30,20%	539.307	0,0%
	Reclamaciones	0,014	0,015	1,741	8,15%	705	6,3%
	Averías	0,018	0,023	0,005	28,50%	3.179	1,3%

Fuente: Elaboración propia.

En el “Promedio Mensual por Cliente post-Intervención”, las “Averías” se promedian por el “Total de clientes”, los “Datos fijos” se promedian sobre los “Clientes de Banda Ancha” y los “Datos y MoU Móviles” se promedian sobre el número de “Clientes móviles”. El período post-intervención es el comprendido entre marzo y junio de 2020.

El Efecto Acumulado(%) corresponde al efecto del valor esperado post-intervención.

El Efecto Agregado, aunque anonimizado, corresponde a la suma en el período post-intervención de la diferencia entre el valor real y el valor esperado.

■ En base a los resultados obtenidos, podemos concluir que se confirma la hipótesis de partida de la “Pregunta de Investigación 3”, relativa a si los ciudadanos que han disfrutado de 30 Mbps en poblaciones rurales durante el período de confinamiento debido al COVID-19 han tenido problemas relevantes del uso de las comunicaciones necesarias en ese período, en comparación con las poblaciones que han tenido 100 Mbps.

■ Los ciudadanos que han estado confinados en Entidades Singulares de Población con conectividades de 30 Mbps no han podido disfrutar de los servicios digitales básicos, al igual que el resto de ciudadanía ha experimentado, debido a limitaciones técnicas. En particular, en comparación con los residentes en Entidades Singulares de Población quienes han disfrutado de 100 Mbps, cuyos registros coinciden con las medias nacionales e internacionales.

Esto se ha confirmado tanto en datos agregados como en datos individuales y ha tenido su reflejo en un significativo mayor número de llamadas a Centros de Atención al Cliente, tanto con reclamaciones como con denuncia de averías.

CAPÍTULO 6

Conclusiones y recomendaciones

6.1

Conclusiones

“LOS DESEOS SE ALIMENTAN DE ESPERANZAS.”

Miguel de Cervantes

En estos casi 20 años de esfuerzos en transformación digital, con 1.123 M€ invertidos⁸³ y transcurridos 7 años desde que se aprobó la ADpE, muchos son los avances que se han conseguido en España.

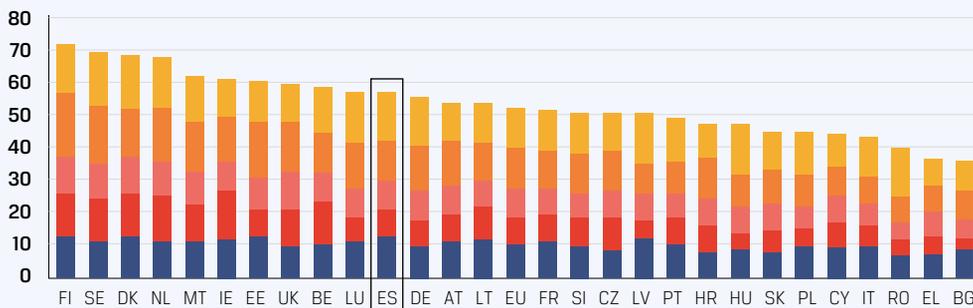
En términos genéricos si hacemos referencia al índice DESI ya referido en el Capítulo 1, la posición de España en 2020 es superior a la media europea y ha escalado notablemente posiciones desde el inicio de la aprobación de la Agenda. El primer año donde se realizó esta medición fue en 2015 y allí España estaba claramente por debajo de la media europea ocupando un discreto puesto 17⁸⁴:

Figura 59. Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) 2020

Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI), clasificación de 2020

- 1 Conectividad
- 2 Capital humano
- 3 Uso de servicios de internet
- 4 Integración de la tecnología digital
- 5 Servicios públicos digitales

	España		UE
	PUESTO	PUNTUACIÓN	PUNTUACIÓN
DESI 2020	11	57,5	52,6
DESI 2019	10	53,6	49,4
DESI 2018	10	50,2	46,5



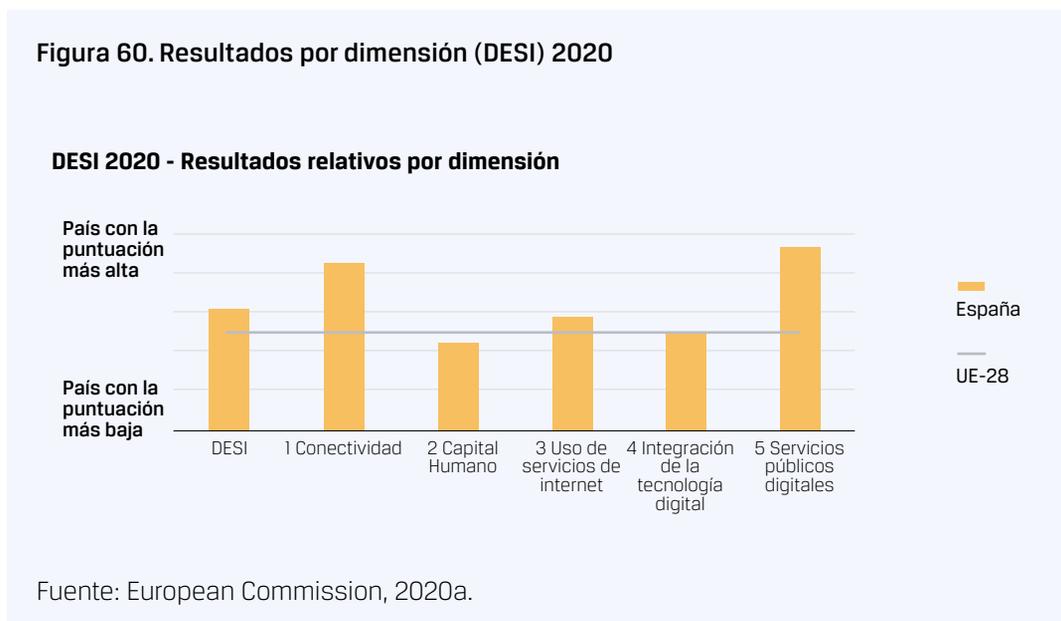
Fuente: European Commission, 2020a.

83 <https://www.elmundo.es/>.

84 <https://ec.europa.eu/>.

En particular en conectividad España ocupa una de las posiciones más destacadas con una puntuación de 60,8 en comparación con los 50,1 de media en la Unión Europea en este apartado:

Figura 60. Resultados por dimensión (DESI) 2020



Esta puntuación viene otorgada por el importante despliegue de banda ancha fija de al menos 100 Mbps, donde casi se duplica la media europea de porcentaje de hogares. Estas cifras las corrobora Analysys Mason en el estudio mencionado por Europa Press⁸⁵, donde se especifica que España tenía a finales de 2019 un 2% más de instalaciones conectadas en fibra que la suma de Francia, Italia, Reino Unido y Alemania.

Se podría decir como menciona el catedrático Joan Torrent (Gispert, 2020) “La tecnología ya existe, solo hace falta convencer a los que aún no han hecho el chip cultural”.

Esta situación, de la que el país se debe enorgullecer, contrasta sin embargo con la realidad del entorno rural donde, como ya se ha explicado a lo largo de este estudio, la situación ha sido muy diferente en términos de disponibilidad de conectividad. Puesto que, como dijo Sancho a la duquesa y sus doncellas en el Quijote, “detrás de la cruz está el diablo y que no es oro todo lo que reluce”⁸⁶, hay una gran parte del territorio nacional que no ha sido incluido en los objetivos de cobertura universal de la ADpE.

⁸⁵ Disponible en <https://www.europapress.es/>.

⁸⁶ El Quijote.

Según el Mdi (Manifestación de Interés) realizado por Cellnex, Red Eléctrica y la colaboración de Ericsson (Cellnex, 2021) relativa a “Conectividad digital, impulso de la ciberseguridad y despliegue 5G” en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, hay un 33% de la geografía española fuera de huella de 30 Mbps, que incluye 5.837 Entidades Singulares de Población.

Esto representa casi el 10% del total y afecta a 193.949 ciudadanos. Pero esto si suponemos que todos los ciudadanos se mantienen sin movilidad, pues a estas cifras habría que sumar los más de 25.000 km de carreteras en el territorio nacional también fuera de este tipo de conectividad, según el mismo informe.

Tabla 29. Distribución por Comunidad Autónoma de las ESP y habitantes fuera de huella 30 Mbps

	% Área 30Mbps agregada	Total ESPs fuera de huella	Total habitantes fuera de huella
Andalucía	61%	289	26.444
Aragón	59%	282	10.695
Asturias, Principado de	82%	356	4.081
Baleares, Illes	92%	5	2.468
Canarias	85%	18	2.066
Cantabria	80%	68	1.858
Castilla y León	70%	1.283	60.212
Castilla-La Mancha	61%	159	7.966
Cataluña	82%	215	6.875
Ceuta	100%		
Comunitat Valenciana	77%	73	1.465
Extremadura	47%	59	7.702
Galicia	85%	2.614	42.846
Madrid, Comunidad de	92%	37	1.716
Melilla	100%		
Murcia, Región de	63%	158	8.914
Navarra, Comunidad Foral de	68%	148	5.891
País Vasco	88%	56	2.525
Rioja, La	81%	17	225
	67%	5.837	193.949

Fuente: Cellnex, 2021.

Adicionalmente a esta realidad, las hipótesis de partida de esta tesis albergaban serias dudas sobre que 30 Mbps fuera una conectividad suficiente para transformar digitalmente la sociedad española acabando con la brecha digital. El documento *Componente 15* (Gobierno de España, 2021a), reconoce que hay entre 800.000 y 1.400.000 habitantes en esa situación, con conectividades de sólo 30 Mbps.

Ese ha sido precisamente uno de los objetivos de esta investigación, saber si esos 30 Mbps es algo que tenga un impacto relevante en la sociedad y por tanto debiera ser el foco urgente de esas casi 6.000 Entidades Singulares aún pendientes, o si por el contrario la sociedad residente en el entorno rural necesita algo más y hay que conseguirlo en los casi 1.600.000 ciudadanos afectados.

La primera pregunta de investigación se ha enfocado en el impacto socioeconómico de esta conectividad en esas Entidades Singulares, si el llegar con conectividad modifica esa situación y cuál es el grado de esa modificación según la velocidad de conectividad recibida.

Las conclusiones del estudio empírico efectuado son bastante representativas, las conectividades a velocidad de 100 Mbps consiguen elevar la renta media disponible en esas poblaciones en comparación con las que no la disfrutaban (es decir las Entidades de control) en un 1,4%; han generado también un diferencial de incremento en las afiliaciones a la Seguridad Social del 3,1% y han conseguido reducir la tasa de paro en un 0,7%. Adicionalmente, se ha conseguido revertir esa despooblación alarmante de la España rural, presentando esas zonas, un diferencial de incremento del 1,9% de la población respecto a las Entidades de control.

Sí, los resultados son muy significativos y esperanzadores. Definitivamente la conectividad a 100 Mbps cambia la realidad de esas poblaciones, consigue relanzar económicamente las mismas como buscaba Europa, revierte en muchos de ellos el éxodo poblacional y por tanto debería ser una prioridad siguiendo los planes de Europa, llegar a todas ellas.

Ahora bien, otra realidad que se ha obtenido en este estudio es que esa situación no se consigue con conectividades a 30 Mbps. Es evidente que se consiguen mejoras, se consigue incremento de renta media, se consigue incremento de población, pero sus ratios quedan muy lejos de los obtenidos con 100 Mbps y no se pueden considerar realmente transformadores.

Es por ello por lo que, desde el punto de vista socioeconómico, el objetivo fijado por la ADpE de dar cobertura universal a 30 Mbps queda lejos de ser ese revulsivo que como Europa se pretendía conseguir y que sería posible incrementando esa velocidad.

Como conclusiones a la segunda pregunta de investigación, queda ese titular: “con los 100 Mbps, por fin llegó el vídeo a los entornos rurales”. Y el vídeo

estimula la adopción como acreditado en literatura científica, con lo cual es un doble efecto positivo el desplegar a esta velocidad.

Es tan significativo este efecto que parece ensombrecer otros también notables que ocurren con el incremento de velocidad en entornos rurales, como es la diferencia de “Clientes Totales”, alcanzando tasas de penetración cercanas al 40%. El efecto es aún mayor en los “Clientes con Servicios Fijos” y “Hogares de Banda Ancha”. También se produce una notable reducción de averías, lo que redonda directamente en satisfacción del cliente y, por tanto, en términos económicos para los Operadores, en menor coste en *churn* así como menores costes de atención al cliente. Sin embargo, estas mejoras, de nuevo, no son tan significativas cuando las velocidades alcanzan tan solo 30 Mbps.

Es destacable y a la vez preocupante ver los elevados ARPUs que tiene que abordar la ciudadanía en esa “España Vacía”, en torno a 60 € de media, a cambio de servicios clarísimamente insuficientes.

Cuando se despliegan velocidades de 30 Mbps, ese ARPU sube moderadamente, siendo significativo el diferencial cuando la velocidad alcanza los 100 Mbps, llegando a medias superiores a 70 €. Esto es la media, pero si comparamos 2018 con 2020 hay un diferencial desde los 66 € hasta los 72 €, alcanzando incluso los 78 € en el caso de clientes de Banda Ancha Fija.

Son datos que llaman mucho la atención, en un sector donde a nivel nacional los ARPUs decrecen, especialmente con la crisis de la pandemia⁸⁷.

Estos indicadores, aunque contrastan muy positivamente con los obtenidos en la literatura investigada para otros entornos europeos, no son suficientes para valorar la idoneidad de inversión privada en esas zonas por parte de los Operadores, al no disponer de variables y criterios internos claves de cada Operador a la hora de fijar sus criterios inversores.

Sin embargo, hay una realidad que subyace y es que, con subvenciones públicas que han alcanzado el 70% del despliegue total, ha sido prácticamente Telefónica la única compañía que se ha podido permitir estos despliegues, debido probablemente a que incorporando negocios cruzados se ha podido justificar el ROI (*Return on Investment*). De lo cual podría deducirse que incluso a ese nivel de subsidio, sigue sin ser interesante según el criterio inversor de la mayoría de los Operadores en España.

La posibilidad de superar el límite máximo que venía fijado por los fondos FEDER a través de los fondos de Recuperación proporciona una ventana temporal óptima para abordar la conectividad pendiente.

87 <https://www.europapress.es/>.

En lo referente a la tercera pregunta de investigación, este estudio acredita que las personas confinadas en las Entidades que han disfrutado de 100 Mbps han podido afrontar la inmersión en digitalización que ha supuesto la pandemia de forma similar al patrón de comportamiento registrado en el resto de la población.

Esa conectividad ha permitido disfrutar de las ventajas de haberse confinado en entornos rurales, mencionadas a lo largo de la tesis, sin perder ninguna de las necesidades y aplicativos que ha sido necesario utilizar durante la misma tanto en el entorno profesional, en el personal relacional y de ocio, así como en los educativos o sanitarios que han sido críticos.

Los incrementos de tráfico fijo experimentados han sido del entorno de 100 Gb mensuales, superando en valor absoluto los 300 Gb, por tanto, muy en línea con el del resto de la población y no se aprecia ningún comportamiento significativo en cuanto a llamadas por “Reclamaciones” o por “denuncia de Averías”.

Con todo, queda también acreditado que las personas confinadas en viviendas de Entidades Singulares, donde solo se ha podido disfrutar de velocidades de conexión de 30 Mbps, han sufrido de una brecha digital muy relevante que no les ha permitido utilizar al nivel de lo que han necesitado en línea con el resto de la ciudadanía española. Esto se confirma cuando el incremento de datos fijos obtenido se ha limitado a un incremento de 45 Gb, muy lejos de la media, no llegando en valor absoluto ni a la mitad del consumo del resto de la población.

Así mismo, se ha constatado que, siendo el uso de la voz móvil en el mismo nivel que el resto de los ciudadanos, el consumo de datos móviles intentando compensar ese déficit ha sido significativamente mayor que en las Entidades de 100 Mbps, superándolas incluso en valor absoluto. Esta situación de carencia y necesidad ha generado un incremento significativo de llamadas con reclamaciones y declarando averías para intentar paliar la situación.

Si, como se ha mencionado, esta pandemia ha transformado nuestra sociedad y nada volverá a ser como antes, si la aceleración exponencial de la digitalización ha llegado para quedarse y ya apenas existirá diferencia entre necesidades *indoor* o *outdoor*, urbano o rural, entonces queda constatado que 30 Mbps, tal y como vienen fijados en la ADpE, no fueron suficientes y que para haber conseguido los objetivos de transformación digital social y evitar la brecha digital hubiera sido preciso alcanzar los 100 Mbps para toda la ciudadanía.

Con ello se podría tener esa “segunda oportunidad” que menciona Ramon Muñoz (Muñoz, 2021), pero de lo contrario ocurrirá lo que publica Héctor García Barnés (Barnés 2021) en su artículo, “sin cobertura ni velocidad, los teletrabajadores nunca ocuparan la `España Vacía`”.

6.2

Líneas de investigación sugeridas

“DONDE UNA PUERTA SE CIERRA, OTRA SE ABRE.”

Miguel de Cervantes

Se considera que esta tesis habilita la apertura de líneas de investigación futuras interesantes para continuar en el entendimiento del impacto de la conectividad en la digitalización de la sociedad, en particular en las zonas rurales remotas.

Sería idóneo el poder medir todas las Entidades Singulares de Población, sin el límite inferior de 100 habitantes y elevando el límite superior a 5.000 habitantes, para tener en cuenta el impacto en las distintas preguntas de investigación de lo que fue el efecto LTE y por haber sido desplegadas con anterioridad, lo cual permitiría un espacio muestral de análisis más completo.

En lo relativo al aspecto socioeconómico, ayudaría que se midiese y publicase la renta per cápita disponible en todas las Entidades Singulares de Población. Esto es algo que debería hacerse a nivel español y a nivel europeo. Ya se mencionaba en el capítulo 3 la primera parte de la frase de William Thomson Kelvin y ahora la complementamos con su segunda afirmación “lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”.

Todas las medidas que Europa y el Gobierno de España están realizando ante el reto demográfico, se facilitarían si se pudieran realizar estudios científicos con datos de todas las Entidades y de series temporales más largas de las que hemos podido disfrutar en este estudio. Esto nos daría mayor precisión en todos los estudios realizados.

Sería también otra posible línea de investigación el contrastar los datos con otros modelos econométricos, pues el ritmo de avance exponencial del *Machine Learning* puede generar otros ángulos de análisis no contemplados en los seleccionados para esta tesis.

Así mismo sería recomendable una segmentación con más detalle, a nivel de comunidad autónoma, zonas por agregación de actividades socioeconómicas, zonas por distancia a enclaves turísticos, para identificar distintos patrones de comportamiento.

Esta investigación está enfocada en el mercado residencial B2C (*Business to Consumer*), pero lógicamente el tener en cuenta implicaciones en el segmento empresarial B2B (*Business to Business*) influenciaría en el análisis interno de los operadores de valoración de retornos.

Todos estos aspectos proveerían de información relevante para considerar otros criterios en la priorización de despliegues futuros al de ser meramente zonas blancas y/o grises, permitiendo a los gobiernos ser más eficientes en sus asignaciones presupuestarias. Como ejemplo, la investigación ha demostrado la relación entre el desarrollo debido al despliegue y la distancia a centros educativos y a poblaciones de más de 10.000 habitantes, lo cual puede ayudar a priorizar las futuras Entidades a conectar para que se maximice el impacto. Esto puede retroalimentar en sentido contrario, identificando lugares donde abrir futuros centros educativos, sabiendo que ya se dispone en ellos de velocidades de 100 Mbps, para amplificar su efecto positivo.

Sería también muy relevante conocer más datos del estado de adopción una vez realizado el despliegue, es decir, qué colectivos, qué edades, en definitiva, qué patrones demográficos son los que más fácilmente se han adaptado a la digitalización y cuáles, a pesar de disfrutar de conectividad, no lo han hecho. Esta información e investigación complementaría los planes del gobierno de despliegue con planes de ayuda a la adopción, lo cual permitiría maximizar el efecto del esfuerzo inversor en la población y poder realizar una acción coordinada en políticas de capacitación digital, fomento de la demanda e incluso digitalización de los servicios públicos.

Se ha tenido la gran suerte de contar con la colaboración de los principales Operadores de Telecomunicaciones del país, que han proporcionado una base de datos que permitiría múltiples investigaciones adicionales de diversa índole. Esto no es posible al ser la autorización recibida sólo para la elaboración de esta tesis y los posibles futuros artículos derivados de ella realizados por el mismo autor, lo cual es perfectamente entendible. Por ello sería bueno que el gobierno agregase esos datos, anonimizarlos y ponerlos a disposición pública para realizar estudios sobre los mismos.

Esta información agregada dotaría de mucha información a los propios Operadores de Telecomunicaciones para la planificación de la combinación de sus políticas comerciales, estratégicas y financieras con las de despliegue, a los gobiernos para tener una visión más profunda y mayores criterios para la asignación de fondos y valoración de la adopción de digitalización, especialmente ahora que los fondos de Recuperación permiten superar tasas máximas de subvención.

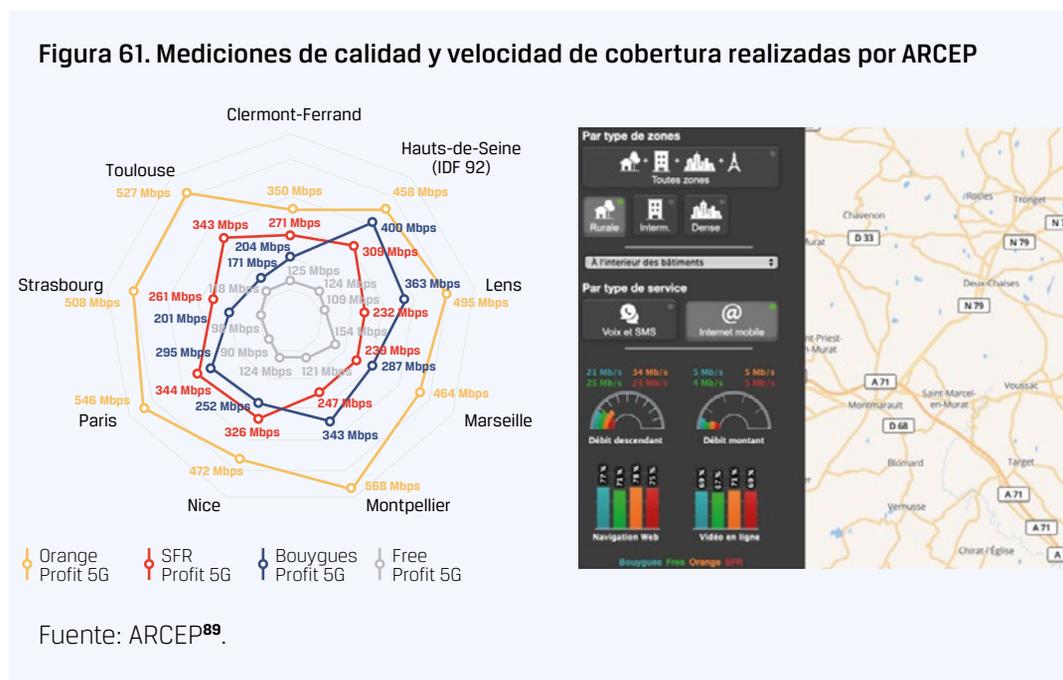
Sería interesante además contrastar estas realidades en España con entornos similares en Europa. La Agenda Digital buscaba un fin común europeo y aportaría valor entender la disparidad de comportamientos a lo largo de la geografía comunitaria cuando los objetivos y medios han sido equivalentes.

En lo referente a la experiencia durante el período de confinamiento, sería interesante complementar estos datos con entrevistas a personas que han pasado el confinamiento en Entidades Singulares de Población de 30 Mbps, para contrastar la información y entender que aplicaciones han priorizado ante las limitaciones identificadas.

De aquí se podrían sacar conclusiones con medidas de control del ancho de banda de ciertos aplicativos, para intentar optimizar los más críticos y hacerlos accesibles a la mayor parte del territorio, siendo sus actualizaciones sincronizadas a medida que avance la infraestructura de conectividad en prestaciones.

Adicionalmente sería muy útil que la Secretaría de Estado publicase más información relativa al desempeño de red, es decir, a las velocidades de conectividad y calidad de servicios. Esto permitirá ampliar las líneas de investigación en la comunidad científica, permitiendo que fueran más enfocadas a la experiencia del usuario real y no sólo a datos consumidos o llamadas de quejas y averías como se ha realizado en esta tesis.

Un buen ejemplo son las publicaciones del regulador francés ARCEP (Autoridad de Regulación de Comunicaciones Electrónicas y Postales)⁸⁸ del que se muestran algunos ejemplos en la siguiente figura:



Así mismo, sería útil el poder debatir sobre la metodología de medidas de velocidades y compararlas con el resto de Europa y, por tanto, entender si el tipo de mediciones son homogéneas y si realmente la implementación en cualquier parte de la geografía europea, aún con tecnologías distintas, genera la posibilidad de la misma funcionalidad en el ciudadano final.

⁸⁸ Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes.

⁸⁹ Disponible en <https://monreseaumobile.arcep.fr/>.

6.3

Recomendaciones

“NO AMES LO QUE ERES, SINO LO QUE PUEDES LLEGAR A SER.”

Miguel de Cervantes

Europa definió una segunda fase de la Transformación Digital, denominada la Sociedad del Gigabit (EGS)⁹⁰, como pilar fundamental para recuperar el trono de la influencia internacional desbancado por Asia y EE.UU. en la última década y recuperar el crecimiento económico, generación de empleo y bienestar en los europeos.

La propia Comisión Europea define las velocidades que harán falta por aplicativos en 2025 para hacer realidad esa sociedad:

Tabla 30. Capacidades y Velocidad requeridas en 2025 agrupadas por Aplicaciones de Uso

Application Category	Downstream (Mbit/s)	Upstream (Mbit/s)	Packet loss	Latency
Basic Internet	≈20	≈16	0	0
Homeoffice/VPN	≈250	≈250	+	+
Cloud Computing	≈250	≈250	+	++
Media and Entertainment HD/3D	≈150	≈30	++	+
Media and Entertainment Ultra-HD, 4k-TV, 3D,...	≈300	≈60	++	+
Communication	≈8	≈8	++	+
Videocommunication (HD)	≈25	≈25	++	++
Gaming	≈300	≈150	++	++
E-Health	≈50	≈50	++	+
E-Home / E-Facility	≈50	≈50	0	0
Mobile Services / Wifi-Offloading	≈15	≈12	0	0

0 No specific importance + High importance ++ Very high importance

Fuente: Ministerio de Economía y Empresa, 2021.

90 *European Gigabit Society.*

Y definió así mismo las tecnologías objetivo para conseguirlo:

Tabla 31. European Gigabit Society Targets

Choice of technology of new deployments	European Gigabit Society(EGS)			
	5G Connectivity		Gigabit connectivity	Rural connectivity
	T4-5G in major city	T5-5G in urban and transport paths	T6 - 1 Gbps for socio-economic drivers	T7 - 100% coverage with 100 Mbps (1 Gbps)
Urban	5G	5G	FTTH	FTTH
Suburban	5G	5G	FTTH	FTTH
Semi-rural	5G	5G	FTTH	FTTH
Rural	5G	5G	FTTH	FTTH
Extreme-rural	5G	5G	FTTH	5G

Fuente: European Investment Bank, 2021.

A estos objetivos se ha unido recientemente, en marzo de 2021, lo que se ha denominado “La Década Digital de Europa”, donde la CE fija el rumbo para una Europa empoderada de aquí al 2030⁹¹ y lo hace definiendo lo que llama una “Brújula Digital” Europea que consiga hacer realidad esas ambiciones digitales y que gira en torno a cuatro pilares: infraestructuras, cualificación, digitalización de la función pública y digitalización de empresas, siendo en el caso de las infraestructuras el objetivo muy categórico, 1 Gbps y 5G para todos, estén donde estén:

Figura 62. Digital Compass

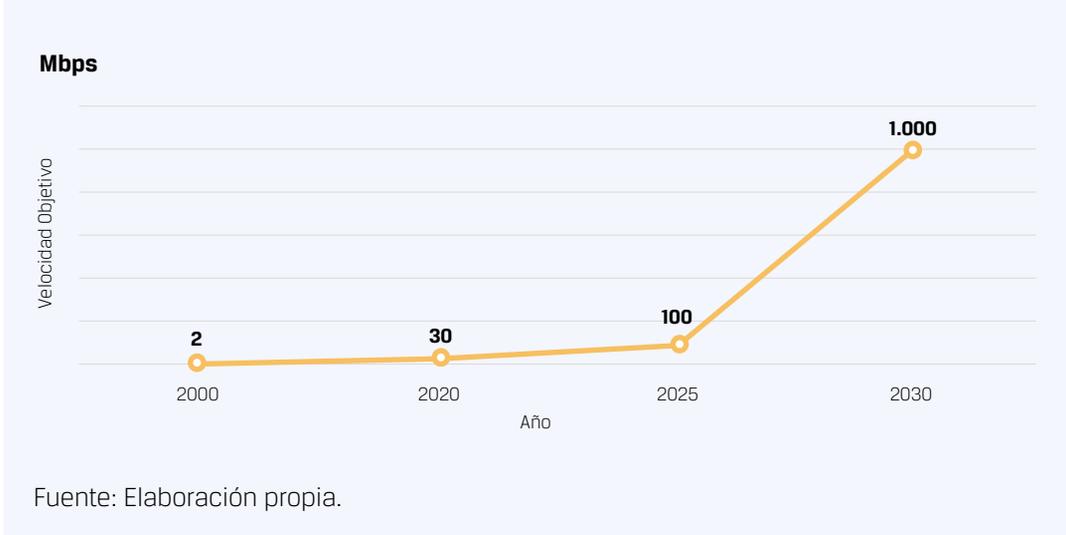


Fuente: European Commission, 2021b.

91 <https://ec.europa.eu/>.

Es interesante observar la evolución en sólo tres décadas de las necesidades de velocidad en los objetivos marcados por Europa:

Figura 63. Evolución velocidades objetivo en Europa

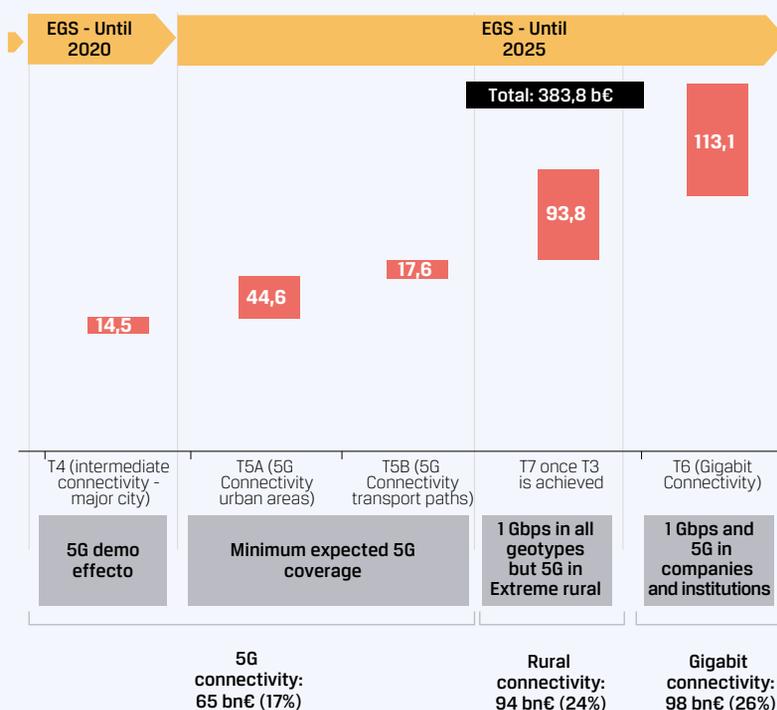


Para hacer realidad el hito en 2025 y esa “Brújula Digital” en 2030, nunca se ha dispuesto en Europa de un presupuesto semejante como el habilitado para los próximos años.

Si unimos el presupuesto del MFP (Marco Financiero Plurianual) para el período 2021-2027 del entorno al 1,1 Bn€, con los fondos extraordinarios para la recuperación de la crisis generada por el COVID-19, los NextGeneration EU que aportan 0,75 Bn€ adicionales, Europa disfrutará del entorno de 1,8 Bn€. La pregunta relevante sería en qué y cómo invertirlos. La asignación de presupuestos iniciales parece indicar que entorno al 20% de esas cantidades pueden relacionarse con Digitalización.

La Conectividad es un pilar clave para conseguir esos objetivos desde la EGS, el *European Investment Bank* ha estimado ya las inversiones precisas para realizarlas y paliar la brecha digital en Europa (según objetivos 2025, no considerando la “Brújula Digital”) y sus estimaciones muestran una cifra muy superior a la planificada en los presupuestos europeos, como recoge en la siguiente figura:

Figura 64. European Gigabit Society Targets



Fuente: European Investment Bank, 2021.

Estas inversiones se incrementarían según el mismo informe en un 15%, es decir, alcanzarían la cifra de 426 Bn€, si se pretende definitivamente romper la brecha digital en Europa en las zonas que denomina extremo rural y que corresponden con las tipologías de Entidades Singulares objeto de este estudio. Estas inversiones consideran el poder acceder con tecnologías FTTC y 5G con la suficiente capacidad a esas localizaciones.

De esta inversión el estudio deduce que las compañías privadas podrían afrontar un máximo de un 39%, siendo precisos por tanto en ese período 262 Bn€ de fondos públicos complementarios para conseguir esos objetivos.

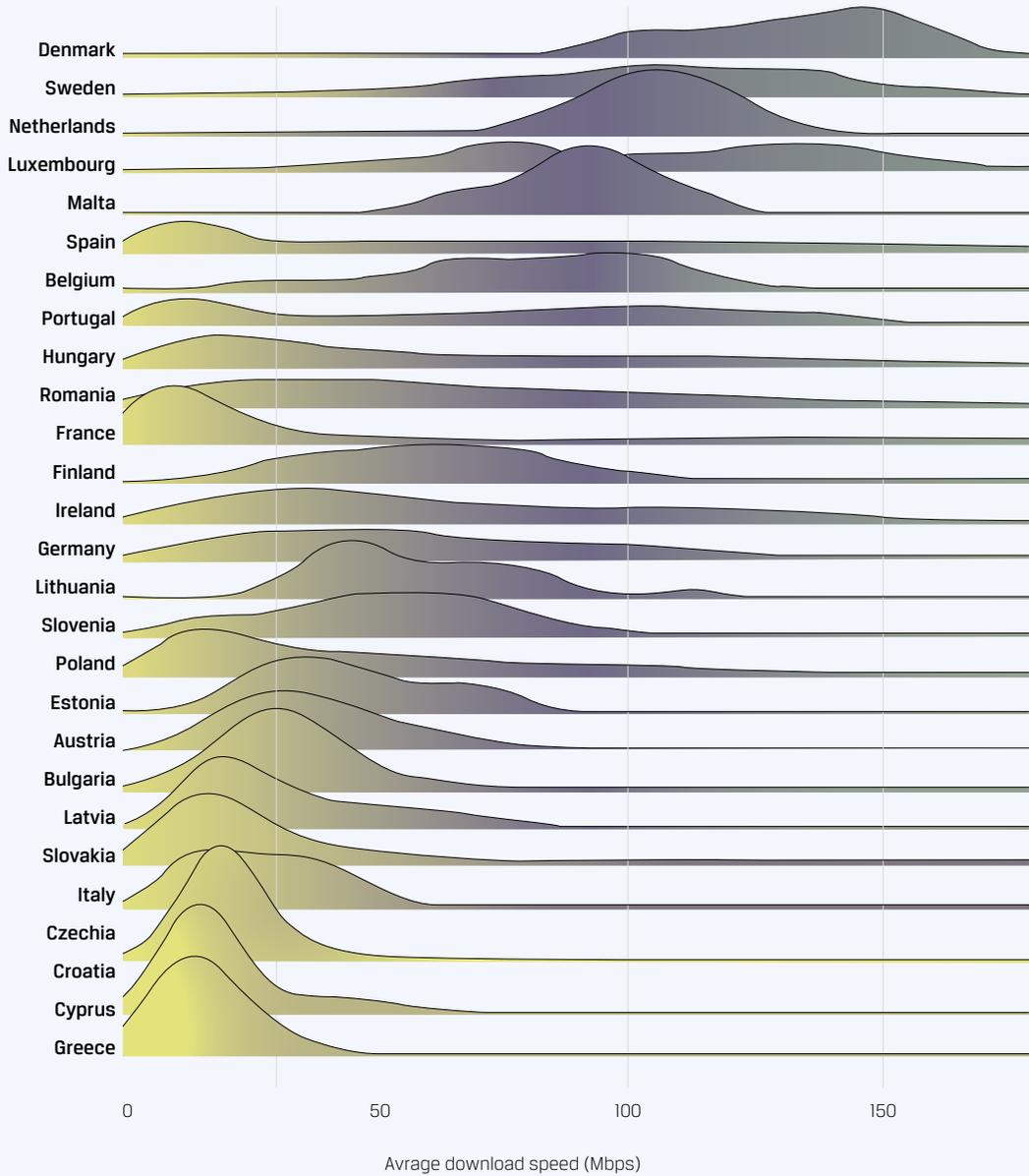
La proporción que de las mismas correspondería a España representa el 7%, lo cual implica unas necesidades de inversión de 30 Bn€ hasta el 2025, de los cuales al menos 18 Bn€ deberían ser sufragados por fondos públicos.

Según los datos publicados por Ookla (European Data Journalism Network, 2021), España tiene aún un largo camino por delante para alcanzar la Sociedad del Gigabit:

Figura 65. Velocidades medias de descarga de datos en redes móviles según mediciones de Ookla

The Road to a European Gigabit Society

How European cities perform compared to connectivity thresholds of 30 Mbps and 100 Mbps



Fuente: European Data Journalism Network, 2021.

A continuación, se ponen en contexto esas necesidades con las decisiones tomadas y anunciadas por el Gobierno de España.

El presidente Pedro Sánchez presentaba en julio de 2020 el Plan España Digital 2025 (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020a), probablemente el plan más ambicioso en los últimos 20 años, pues supone un volumen de inversión pública y privada del entorno de los 70 Bn€ en el periodo 2020-2022, siendo de los mismos 20Bn a cargo de fondos públicos. A estos fondos se unirían otros 70 Bn€ adicionales hasta el año 2025.

Como parte de estos fondos y en una de las primeras iniciativas, el Gobierno presentaba en junio de 2021 el nuevo programa para extender la banda ultrarrápida a la gran mayoría del territorio español, el ya mencionado programa UNICO⁹², con una primera convocatoria de 250 M€, la mayor de la historia en estos conceptos.

Adicionalmente en junio, también el Presidente, presentaba la mayor inversión en España para combatir la “España Vacía”, (Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico, 2021), en el llamado Plan de Recuperación, con 130 medidas en las que se invertirán 10 B€, el 10% de los Fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Como programa que da cobertura horizontal a estas iniciativas, se ha aprobado el Plan de Conectividad Digital, que presenta los siguientes objetivos:

Figura 66. Objetivos de España 2025

Digitalización: objetivos de España para 2025

Porcentaje cumplido de los objetivos previstos

	2020	2025
Cobertura de población con más de 100 Mbps	89%	100%
Espectro preparado para 5G	30%	100%
Personas con competencias digitales básicas	57%	80%
Servicios públicos disponibles en app móvil	10%	50%
Contribución comercio electrónico a pymes	10%	25%
Reducción de emisiones CO ²	10%	10%
Aumento de la producción audiovisual en España		30%
Empresas que usan IA y 'big data'	15%	25%

Aumento de especialistas en ciberseguridad, IA y datos → 2020. Sin datos / 2025: 20.000
 Carta nacional sobre derechos digitales → 2020: NO / 2025: Sí.

Fuente: Comisión Europea y Gobierno de España.

Fuente: Gispert, 2020.

Estos proyectos se enmarcan en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia presentado por el Gobierno a Europa con la estrategia y detalle de solicitud de fondos (Gobierno de España, 2021b), que movilizara 140 Bn€ públicos hasta 2026 con la ambición de impulsar 500 Bn€ de inversión privada.

Este plan marco fue aprobado por la Comisión Europea en junio de 2021⁹³.

Si profundizamos en las partidas financieras que el Gobierno ha anunciado por estos conceptos ascenderían a 4,32 Bn€ hasta el 2025⁹⁴, de los cuales para conseguir la cobertura de 100 Mbps en 2025 se destinarían 2,3 Bn€. A esto se añadiría la partida para el impulso de la tecnología 5G con los 2 Bn€ de presupuesto restante.

La cantidad es muy relevante, pero representa solo el 25% de la inversión pública que la propia Europa a través del *European Investment Bank* considera necesaria para lograr los objetivos de la Europa 2025.

Reflexiona también Joan Torrent (Gispert, 2020) sobre si España con estos planes va a conseguir superar la transformación digital. Su teoría es que no va a ser así ya que como menciona “tras vivir una primera ola con internet, el comercio electrónico y las redes sociales ahora llega la segunda ola, capitaneada por la robótica, el internet de las cosas y la inteligencia artificial” con necesidades de conectividad muy superiores.

Los planes presentados por el Gobierno apuntan a corregir lo no conseguido en esa primera ola, lo que se ambicionó para la Sociedad del Gigabit del 2025, pero quedan lejos de afrontar y preparar al país, especialmente en sus zonas rurales para las necesidades de la segunda ola, para la “Brújula Digital”, pendientes aún de cuantificar.

Hubo brecha digital en 3G, en 4G, hubo brecha digital con ADSL, con VDSL, con la fibra. Ahora hay la oportunidad única en la historia de los planes digitales de este país, de que el 5G+Fibra se disfrute en toda la geografía nacional a la vez, que esa “Brújula Digital” de cobertura real a los cuatro puntos cardinales de España de una forma sincronizada en el tiempo.

Se presentan como parte final de esta investigación una serie de recomendaciones que se sugiere implementar, con objeto de convertir a España en no solo líder de esa segunda ola, sino en un líder solidario, haciendo que toda su ciudadanía se aproveche de ella, eliminando por tanto la brecha digital y haciéndolo de una manera en que se optimicen inversiones, promoviendo co-inversión privada.

93 <https://ec.europa.eu/>.

94 Disponible en <https://www.europapress.es/>.

Las sugerencias se agrupan en 2 bloques:

■ **Recomendaciones relativas a Conectividad**

- Promover redes de fibra de 1 Gbps actualizable a 10 Gbps hasta el hogar en poblaciones de hasta 2.000 habitantes y principales redes viarias primarias y secundarias. Estas redes serían incentivadas con reducciones en precios de adquisición de licencias radio, ampliaciones de plazo de las licencias ya otorgadas y reducción de tasas, como la de reserva de dominio o la de financiación a RTVE entre otras con la contraprestación de la aceleración de su despliegue.
- Promover y adjudicar una red que acceda a los centros y parques empresariales, centros de investigación, colegios, hospitales, principales centros gubernamentales con fibra de 10 Gbps, actualizable a 100 Gbps y redes 5G en banda milimétrica que permitan conexión de forma simétrica a 1 Gbps actualizable a 10 Gbps con latencias inferiores a 5Ms (Milisegundos) en 2025. Se incluiría también una selección de redes viarias estratégicas para ser capaces de atender los futuros vehículos autónomos e inteligentes, así como corredores logísticos para drones. La red tendría regulado el acceso mayorista y apoyaría financieramente al consorcio que la despliegue con una tasa especial a toda empresa que la utilice. Tasa a la que estarían sometidas en igualdad de obligaciones las empresas denominadas OTT (*Over the Top*) o *Hyperscalers*, es decir las empresas que facilitan los servicios de infraestructura, plataforma y nube privada alojada. En la adjudicación primaria la constitución de consorcios multidisciplinarios fomentados por el propio Gobierno, que aprovechen al máximo infraestructuras ya ejecutadas en el país.
- Promover una red para las Entidades Singulares de Población de menos de 2.000 habitantes, en las poblaciones donde no haya coberturas adjudicadas en Planes PEBA/UNICO, planificando una red conjunta que permita un despliegue de Fibra hasta una red Nodos (bien en la propia población o en emplazamientos de telefonía móvil), esto es especialmente importante cuando se prevé un entorno de apagado total del cobre para el 2025/2026. Desde ese nodo se debe poder garantizar una señal simétrica de 300 Mbps en 2025, actualizable a 1 Gbps antes de 2028 en todas las Entidades Singulares de población española y en los 25.000 km de red viaria sin acceso a 30 Mbps en este momento.

Esta red podría ser adjudicada en dos instancias:

- Una como actualización de la red existente donde ya hay establecidos emplazamientos de operadores de telecomunicaciones y existe conectividad de al menos 30 Mbps.

- Otra con la habilitación de nuevos emplazamientos y redes para dar cobertura a las Entidades Singulares y kilómetros de redes viarias que hoy no disponen de cobertura de 30 Mbps.

La red tendría regulado el acceso mayorista y estaría financiada en su mayor parte a través de la modalidad fondo perdido correspondiente a los Fondos de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea. En la adjudicación de este proyecto y ambas instancias primaria, igual que en la recomendación previa, la constitución de consorcios multidisciplinares que aprovechen al máximo infraestructuras ya ejecutadas en el país.

■ Recomendaciones relativas a la Adopción

- En las Entidades Singulares de Población de menos de 2.000 habitantes (donde no se haya desplegado Plan PEBA/UNICO para no alterar los planes de negocio existentes en estas) y como extensión de la red mencionada en el punto anterior, se habilitarían también con cargo en la modalidad fondo perdido correspondiente a los Fondos de Recuperación dos iniciativas:
 - Redes de doble banda⁹⁵ Wi-fi 6⁹⁶ en esas Entidades Singulares, con servicio gratuito de conectividad a colectivos:
 - Hasta 300 Mbps para personas residentes en las mismas con edad por encima de la edad oficial de jubilación y para niños en educación infantil y primaria, siempre en familias por debajo de cierta renta per cápita.
 - Hasta 1 Gbps para empresas de nueva creación que se asienten en esas localizaciones durante sus dos primeros años de actividad.
 - Establecimiento de Red de Centros de formación, soporte y adopción digital en entornos rurales, destinados prioritariamente para personas de la tercera edad, con asesoramiento para utilización, configuración y soporte.
- Introducción de asignatura de programación en Educación Primaria.
- Introducción de asignaturas digitales adaptadas en la Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y enseñanza Universitaria Pública con coordinación con las comunidades autónomas para su implantación sincronizada a nivel nacional.
- Subvención íntegra de tasas académicas desde la educación secundaria a la universitaria pública para las mujeres que cursen estudios STEM

95 Disponible en <https://www.xatakamovil.com/>.

96 Disponible en <https://www.xataka.com/>.

(Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)⁹⁷ y aprueben en el curso oficial todas las asignaturas correspondientes.

Dice Maja Göpel (Göpel, 2020): “Si cambias tu mirada del mundo, cambia el mundo”. España está a tiempo de liderar esa segunda ola. España está a tiempo de ser la estrella polar de esa “Brújula Digital” en la que se guíe Europa y el resto del mundo. España está a tiempo de que por primera vez en su historia una transformación de este calado se produzca en todo el territorio nacional a la vez, a lo largo y ancho de todos sus puntos cardinales. España está a tiempo de transformarse creando un modelo sostenible con beneficios sociales, económicos y ecológicos.

Un modelo que permita que se alcancen economías circulares de forma eficiente, un modelo que permita que los servicios públicos habiliten un nuevo paradigma educativo y sanitario, que permita que haya igualdad de oportunidades a lo largo y ancho de la geografía española, que reduzca desigualdades sociales, que atraiga inversión y riqueza, un modelo que erradique nuestra situación estructural de paro elevado, sí, también en los más jóvenes, un modelo que proteja nuestros datos y nos devuelva la soberanía de su uso, en definitiva un modelo que nos ilusione y cohesionese como país.

Y se termina como se empezó, citando a Don Miguel de Cervantes Saavedra en esa obra maestra que se ha seguido a lo largo de esta tesis y que visionariamente anticipaba lo que este país puede llegar a ser:

“Un pueblo que se siente protagonista de su propia acción, la avala y se convierte en un verdadero actor de la transformación y del cambio⁹⁸”.

97 STEM: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*.

98 El Quijote.

ANEXO I

Referencias

- 1. Abadie, A. (2005). **Semiparametric difference-in-differences estimators.** *The Review of Economic Studies*, 72(1), 1-19.
- 2. Abadie, A., & Gardeazabal, J. (2003). **The economic costs of conflict: A case of the Basque Country.** *American economic review*, 93(1), 113-132.
- 3. Abadie, A., S. Imbens, G.W., & Wooldridge, J. (2017). **When should you adjust standard errors for clustering? (No. w24003).** *National Bureau of Economic Research*.
- 4. Abrardi, L. and Cambini, C. (2019). **'Ultra-fast broadband investment and adoption: A survey'.** *Telecommunications Policy*, forthcoming.
- 5. AECR (Asociación Española de Ciencia Regional) (2018). **Proyecciones Demográficas 2033: hacia un agravamiento de los desequilibrios poblacionales.** www.aecr.org. 24 octubre 2018. Disponible en <https://aecr.org/>.
- 6. Agencia EFE (2020). **"El INE eleva a 45.684 los muertos por covid en la primera ola de la pandemia".** *Eldiario.es*, 25 diciembre 2020, <https://www.eldiario.es/> [Última Consulta: 24 enero 2021]
- 7. Ashmore, F.H., Farrington, J.H., & Skerratt, S. (2015). **Superfast broadband and rural community resilience: Examining the rural need for speed.** *Scottish Geographical Journal*, 131 (3-4), 265-278.
- 8. Athey, S., & Wager, S. (2019). **Estimating treatment effects with causal forests: An application.** *arXiv preprint arXiv:1902.07409*.
- 9. Atif, S.M., Endres, J., & Macdonald, J. (2012). **Broadband Infrastructure and Economic Growth.**
- 10. Ayuntamiento de A Coruña (2021). **Guía Básica: Fondos Europeos y de recuperación post 2020.** Departamento de Proyectos Europeos y Estratégicos. Disponible en <https://www.coruna.gal/>.
- 11. Bai, Y. (2017). **'The Faster, the Better? The Impact of Internet Speed on Employment'.** *Information Economics and Policy*, Vol. 40, pp. 21-5.
- 12. Ballesteros, F. (2002). **La Brecha Digital. El riesgo de exclusión en la Sociedad de la Información.** *Fundación Retevisión*.
- 13. Banbura, M., Giannone, D., & Reichlin, L. (2011). **Nowcasting with daily data.** *European Central Bank, Working Paper*, 18.
- 14. Barnes, H.G. (2021). **"¿Qué fue de los teletrabajadores en la España vaciada? "En cuanto esto mejoró, se fueron".** elconfidencial.com, 14 mayo 2021. Disponible en <https://www.elconfidencial.com/>.
- 15. Barroso, Z.F. (2015). **Análisis prospectivo del despliegue**

de redes de comunicaciones móviles LTE en nuevas bandas de frecuencia mediante el desarrollo de modelos tecnoeconómicos. *Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid.*

- 16. Beaunoyer, E., Dupéré, S., & Gaulton, M.J. (2020). **COVID-19 and digital inequalities: Reciprocal impacts and mitigation strategies. *Computers in human behaviour, 111, 106424.***
- 17. Beckert, B. (2017). **Success factors for FTTH deployment in Europe: Learning from the Leaders.**
- 18. Beltrán, F., Van der Wee, M., & Verbruggen, S. (2018). **A comparative analysis of selected national and regional investment initiatives that seek to achieve broadband expansion by deploying NGA networks. *Journal of Information Policy, 8, 267-295.***
- 19. Bergman, A. & Iyengar, J. (2020). **“How COVID-19 is affecting Internet performance”. *Fastly.com, 8 abril 2020. <https://www.fastly.com/> [Última Consulta: 2 abril 2021].***
- 20. Bertschek, I., Briglauer, W., Hüscherlath, K., Kauf, B. and Niebel, T. (2016). **‘The Economic Impacts of Telecommunications Networks and Broadband Internet: A Survey’. *Review of Network Economics, Vol. 14, pp. 201-27.***
- 21. BOE (2007). **Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural. Disponible en <https://www.boe.es/>.**
- 22. BOE (2014). **Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones. Disponible en <https://www.boe.es/>.**
- 23. BOE (2016). **Real Decreto 330/2016 de 9 de septiembre. Disponible en <https://www.boe.es/>.**
- 24. BOE (2018). **Orden ECE/1166/2018.**
- 25. Bosca, J.E., Escribá, J., Ferri J. & Murgui, M.J. (2016). **El impacto de los Fondos FEDER (2014-2020) sobre el Crecimiento y el Empleo de las Regiones Españolas.**
- 26. Breiman, L. (2001). **Random forest. *Machine Learning, 45(1), 5-32.***
- 27. Briglauer, S., Dürr, N.S., Falck, O., & Hüscherlath, K. (2019). **Does state aid for broadband deployment in rural areas close the digital and economic divide). *Information Economics and Policy, 46,68-85.***
- 28. Briglauer, W. & Gugler, K. (2019). **Go for Gigabit? First Evidence on Economic Benefits of High-Speed Broadband Technologies in Europe. *JCMS: Journal of Common Market Studies, 57(5), 1071-1090.***
- 29. Brodersen, K.H., Gallusser, F., Koehler, J., Remy, N., & Scott, S.L. (2015).

Inferring causal impact using Bayesian Structural time-series models. *Annals of Applied Statistics*, 9(1), 247-272. Disponible en <https://projecteuclid.org/>.

- 30. Cadelo Perez, A. (2020). **La adaptación de la escuela al COVID-19, un paso hacia la digitalización.**
- 31. Carretero, E.V. (2017). **Brecha digital en Andalucía; TIC, sociedad y territorio. Análisis y propuestas en el ámbito de las infraestructuras.** *Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla.*
- 32. Cellnex, Grupo Red Eléctrica (2021). **Proyecto de Conectividad Rural en Zonas Blancas.**
- 33. Chen, B. (2020). **“Everything you need to know about slow internet speeds”.** *Nytimes.com*, 20 mayo 2020. <https://www.nytimes.com/> [Última Consulta: 2 abril 2021].
- 34. Chico, M.C.O. (2015). **Aplicación del análisis tecnológico al despliegue de LTE en zonas rurales de España en la banda de 800Mhz.** *Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid.*
- 35. Ciapanna, E., & Colonna, F. (2019). **Is your broadband really broad? Internet speed, labour demand and productivity outcomes: Evidence from italian firms.** *Mimeo.*
- 36. Cik, V.K., Zagar, D., & Grgic, K. (2018). **A framework for optimal techno-economic assessment of broadband Access solutions and digital**

inclusion of rural population in global information society. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 517-540.

- 37. CincoDias (2020). **“La pandemia expone la falta de conectividad del entorno rural”.** *cincodias.elpais.com*, 3 noviembre 2020, <https://cincodias.elpais.com/> [Última Consulta: 24 enero 2021].
- 38. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) (2016). **ION/CNMC/015/16/Modificación Plan PEBA-NGA 2016.** Disponible en <https://www.cnmc.es/>.
- 39. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2020). **Análisis geográfico de los servicios de Banda Ancha y Despliegue de NGA en España. Datos diciembre 2019 y estadísticas 2020.** Disponible en <http://data.cnmc.es/>.
- 40. Comunicación, B. (2020). **Cambio de hábitos y preferencias de la ciudadanía española frente al televisor por la crisis del coronavirus.** Disponible en: barloventocomunicacion.es/wpcontent/uploads/2020/04/Informe-especialcoronavirus-marzo-2020-actualizado.pdf. Página 30.
- 41. Crescenzi, R. (2009). **Undermining the principle of concentration? European Union regional policy and the socio-economic disadvantage of European regions.** *Regional Studies*, 43 (1), 111-113.

- 42. Cueto, C. (2020). **“Nadia Calviño: El COVID-19 ha acelerado la digitalización en España”**, *computerworld.es*, 2 septiembre 2020, <https://www.computerworld.es/> [Última Consulta: 24 enero 2021].
- 43. Czernich, N., Falck O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). **Broadband infrastructure and economic growth**. *The Economic Journal*, 121(552): 505-532.
- 44. Del Castillo, I. (2020). **“La fibra en España no ha sido cosa del Estado, sino de las telecos privadas que han financiado el 94% de los 8.000 millones invertidos en FTTH”**. *Expansión.com*. 19 octubre 2020. <https://www.expansion.com/>.
- 45. Del Molino, S. (2016). **La España vacía: viaje por un país que nunca fue**. *Turner*.
- 46. Delgado Urrecho, J.M. (2018). **Más allá del tópico de la España vacía: Una Geografía de la Despoblación**. *Informe España 2018*, 2018, p.232-295. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/>.
- 47. Diario Oficial de la Unión Europea (2013). **Reglamento (UE) n ° 1303/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre de 2013**. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.
- 48. Diaz, C., & Batanero, C. (2006). **¿Cómo puede el método bayesiano contribuir a la investigación en psicología y educación?** *Paradigma*, 27(2), 35-53.
- 49. Dijkstra, L. & Poelman, H. (2014). **A harmonized definition of cities and rural areas: the new degree of urbanisation**. *WP, 1, 2014*. Disponible en <https://ec.europa.eu/>.
- 50. El Diario Rural (2019). **“Esto es lo que necesita la España vaciada para dejar de serlo”**. *eldiariorural.es*. 6 septiembre 2019. <http://eldiariorural.es/>.
- 51. ENISA (2020). **Telecom security good practices and lessons learned from the COVID-19 Outbreak**. November 2020. Disponible en <https://www.enisa.europa.eu/>.
- 52. ESPON (2016). **Geographic Specificities and Development Potentials in Europe**. <https://www.espon.eu/>.
- 53. Esteban-Navarro, M.A., García-Madruga, M.A., Morte-Nadal, T., & Nogales-Bocio, A.I. (2020). **The Rural Digital Divide in the Face of the COVID-19 Pandemic in Europe-Recommendations from a Scoping Review**. In *Formatics (Vol. 7, n°. 4, p.54)*. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*.
- 54. European Commission (2000a). **eEurope – An Information Society for all**. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.
- 55. European Commission (2000b). **eEurope 2002-Una Sociedad de la Información para todos**. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.
- 56. European Commission (2002). **eEurope 2005: Una Sociedad de la**

Información para todos. *Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.*

- **57.** European Commission (2005). **i2010: una Sociedad de la Información europea para el crecimiento y el empleo.** *Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/>.*
- **58.** European Commission. (2006). **Bridging the Broadband Gap.** *Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.*
- **59.** European Commission. (2008a). **Preparing Europe's digital future: i2010 Mid-Term Review.** Brussels, Commission of European Communities, COM (2008) 199 final. *Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/>.*
- **60.** European Commission (2008b). **Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo. Un plan Europeo de Recuperación Económica.** *Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.*
- **61.** European Commission. (2008c). **Broadband: Commission consults on regulatory strategy to promote high-speed Next Generation Access networks in Europe.** IP/08/1370. *Disponible en <http://europa.eu/>.*
- **62.** European Commission. (2009a). **Economic Crisis in Europe: Causes, Consequences and Responses.** European Economy 7, Luxembourg, 2009, p. 1. *Disponible en <https://ec.europa.eu/>.*
- **63.** European Commission. (2009b). **Community Guidelines for the application of State aid rules in relation to rapid deployment of broadband networks (2009/C**

235/04). *Official Journal of the European Union.*

- **64.** European Commission. (2010a). **EUROPA 2020 - Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador.** *Disponible en <https://eapn.es/>.*
- **65.** European Commission (2010b). **Una Agenda Digital para Europa.** *Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.*
- **66.** European Commission (2010c). **Una Agenda Digital para Europa: iniciativas clave.** *Disponible en <https://ec.europa.eu/>.*
- **67.** European Commission (2013a). **Propuesta de reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a medidas para reducir el coste del despliegue de las redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad.** Bruselas, 2013. *Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.*
- **68.** European Commission (2013b). **Directrices de la Unión Europea para la aplicación de las normas sobre ayudas estatales al despliegue rápido de redes de banda ancha.** *Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.*
- **69.** European Commission (2013c). **Directrices de la Unión Europea para la aplicación de las normas sobre ayudas estatales al despliegue rápido de redes de banda ancha.** *Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/>.*
- **70.** European Commission (2014a). **Guide to High-Speed Broadband Investment. p.4.** *Disponible en <https://ec.europa.eu/>.*

- 71. European Commission (2014b). **European funding for broadband 2014-2020**. *Disponible en <https://ec.europa.eu/>*.
- 72. European Commission (2016a). **Connectivity for a Competitive Digital Single Market - Towards a European Gigabit Society**. *Disponible en <https://ec.europa.eu/>*.
- 73. European Commission (2016b). **Fondos Estructurales y de Inversión Europeos: 2014-2020**.
- 74. European Commission (2020a). **Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) correspondiente a 2020**. *Disponible en <https://ec.europa.eu/>*.
- 75. European Commission (2020b). **Broadband Coverage in Europe. Mapping the progress towards the coverage objectives of the Digital Agenda**. *IHS Markit*.
- 76. European Commission (2021a). **“European Structural and Investment Funds”**. *Disponible en <https://cohesiondata.ec.europa.eu/>*.
- 77. European Commission (2021b). **“Europe’s Digital Decade: digital targets for 2030”**. *Disponible en <https://ec.europa.eu/>*.
- 78. European Data Journalism Network (2021). **“Where do we stand on the road to a European Gigabit Society”**. *Europeandatajournalism.eu*. *Disponible en <https://www.europeandatajournalism.eu/>*.
- 79. European Investment Bank (2021). **A study on the deployment costs of the EU strategy on Connectivity for a European Gigabit Society**.
- 80. European Parliament (2000). **Consejo Europeo de Lisboa de 23 y 24 de marzo de 2000 Conclusiones de la Presidencia**. *Disponible en <https://www.europarl.europa.eu/>*.
- 81. Fábrega, J (2020). **“La economía española, la más castigada por el coronavirus, según el FMI”**, *cadenaser.com*, 13 octubre 2020, <https://cadenaser.com/>. [Última Consulta: 24 enero 2021].
- 82. Fabritz, N. (2013). **The impact of broadband on economic activity in rural areas: evidence from German municipalities (N° 166)**. *Ifo Working Paper*.
- 83. Feasey, R., Bourreau, M., & Nicolle, A. (2018). **State Aid for Broadband Infrastructure in Europe. Assessment and policy recommendations**. *Centre on Regulation in Europe asbl (CERRE)*. <https://doi.org/10.32964/tj17.11>
- 84. Fernández, N.G., Moreno, M.L.R. & Guerra, J.R. (2020). **Brecha digital en tiempo del COVID-19**. *Hekademos: revista educativa digital*, (28), 76-85.
- 85. Ferrandis, J., Feijóo, C., & Ramos, S. (2020). **The investment gap for the deployment of high-speed broadband in NUTS3 regions**.

- 86. Frías, Z., Vergara, A., & Perez, J. (2012). **The role of public policies in the universalization of the broadband in Spain.**
- 87. Gamo, R., & Conde, R. (2020). **El desarraigo cultural, efecto de la despoblación en Castilla-La Mancha.** *Monograma: revista iberoamericana de cultura y pensamiento* (6), 219-229.
- 88. Gilpérez L.M. (2020). **España 5.0 Hacia un nuevo modelo de reindustrialización.** *Ed. Versus.*
- 89. Gispert, B. (2020). **“La pandemia evidencia los deberes pendientes en digitalización”.** *Lavanguardia.com.* 17 agosto de 2020. Disponible en <https://www.lavanguardia.com/>.
- 90. Glass, V., & Stefanova, S. (2010). **An empirical study of broadband diffusion in rural America.** *Journal of Regulatory Economics*, 38(1), 70–85.
- 91. Gobierno de España (2021a). **Componente 15: Conectividad digital, impulso de la ciberseguridad y despliegue del 5G.** Disponible en <https://www.lamoncloa.gob.es/>.
- 92. Gobierno de España (2021b). **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.** Disponible en <https://www.lamoncloa.gob.es/>.
- 93. González, C.F. & Barroso, J.L.G. (2013). **El despliegue de redes de acceso ultrarrápidas: un análisis prospectivo de los límites del mercado.** *Papeles de economía española*, (136), 116-130.
- 94. Göpel, M. (2020). **Unsere Welt neu denken.** Ullstein Verlag GmbH.
- 95. Gruber, H., Hätönen, J., & Koutroumpis, P. (2014). **Broadband Access in the EU: An assessment of future economic benefits.** *Telecommunications Policy*, 38 (11), 1046-1058.
- 96. Grubestic, T.H., & Murray, A.T. (2004). **Waiting for broadband: Local competition and the spatial distribution of advanced telecommunication services in the United States.** *Growth and Change*, 35(2), 139-165.
- 97. Hart, L.G., Larson, E.H., & Lisher, D.M. (2005). **Rural definitions for health policy and research.** *American journal of public health*, 95(7), 1149-1155.
- 98. Havas Media (2020). **Impacto del Coronavirus en Hábitos y Medios: ¿Cómo nos afecta el inicio de la desescalada?** *Havasmedia.com*, 12 mayo 2020. <https://havasmedia.com/> [Última Consulta: 25 abril 2021].
- 99. Ioannou, N., Katsianis, D., & Varoutas, D. (2020). **Comparative techno-economic evaluation of LTE fixed Wireless Access, FTTdp G. fast and FTTC VDSL network deployment for providing 30 Mbps broadband services in rural areas.** *Telecommunications Policy*, 44(3), 101875.
- 100. INE (2020a). **Nomenclátor: Población del Padrón**

Continuo por Unidad Poblacional. Metodología. *Disponible en* <https://www.ine.es/>.

□ 101. INE (2020b).

Nomenclátor: Relación de Municipios y sus códigos de Provincias. *Disponible en* <https://www.ine.es/>.

□ 102. INE (2021).

“El impacto económico del coronavirus, en gráficos”. *epdata.es, 13 enero 2021, <https://www.epdata.es/> [Última Consulta: 24 enero 2021].*

□ 103. Ioannou, N., Katsianis, D., & Varoutas, D. (2020).

Comparative techno-economic evaluation of LTE fixed Wireless Access, FTThp G. fast and FTTC VDSL network deployment for providing 30 Mbps broadband services in rural areas. *Telecommunications Policy, 44 (3), 101875.*

□ 104. Ivus, O., & Boland, M. (2015). **The employment and wage impact of broadband deployment in Canada.** *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique. 48 (5), 1803-1830.*

□ 105. Jerman-Blazic, B. (2007).

Comparative study and techno-economic analysis of broadband backbone upgrading: a case study. *Informatica, 31 (3), p. 1.*

□ 106. Jiménez, L.J.S. (2020).

Nowcasting con Google Trends: Dinámica de la Actividad Económica Mensual, el Consumo Privado y la Inversión basada en datos de Google

Trends y un Modelo Bayesiano Estructural de Series de Tiempo. *Foro de Investigadores de Bancos Centrales del Consejo Monetario Centroamericano.*

□ 107. Klein, G. (2020).

Fiber-broadband-internet and its regional impact: An empirical investigation (N° 122). *CAWM Discussion Paper.*

□ 108. Kolko, J. (2010).

Does broadband boost local economic development? San Francisco, CA: Public Policy Institute of California.

□ 109. Koutroumpis, P. (2009).

The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy, 33(9): 471-485.*

□ 110. Lai, J., & Wildmar, N.O. (2021).

Revisiting the Digital Divide in the COVID-19 Era. Applied economic perspectives and policy. *43(1), 458-464.*

□ 111. Lapointe, P. (2015).

Does speed matter) The employment impact of increasing Access to fiber Internet. *Journal of the Washington Academy of Sciences, 101(1), 9-28.*

□ 112. Lee, R. (2020).

“How much Internet Speed you Need to Work from Home”. *Highspeedinternet.com, 2 junio 2020. <https://www.highspeedinternet.com/>. [Última Consulta: 2 abril 2021].*

□ 113. Lehr, W.H., Osorio C.A., Gillet, S.E., & Sirbu M.A. (2006).

Measuring broadband's economic impact.

- 114. Marenghi, P., & Badillo Matos, A. (2012). **Acceso y Agenda Digital en la Unión europea: el caso de España.**
- 115. Mcloughin, M. (2019). **El mito de la banda ancha en la España rural: ¿sirve para que no se mueran los pueblos? 25 noviembre 2019, www.elconfidencial.com.** Disponible en <https://www.elconfidencial.com/>.
- 116. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020a). **Plan España Digital 2025.**
- 117. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020b). **“Ayudas públicas a la extensión de la banda ancha”.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- 118. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020c). **Plan para la Conectividad y las infraestructuras digitales.** Disponible en <https://portal.mineco.gob.es/>.
- 119. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020d). **Cobertura de Banda Ancha en España en el año 2019.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- 120. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2021). **Nota de Prensa 19 mayo 2021.** Disponible en <https://www.lamoncloa.gob.es/>.
- 121. Ministerio de Ciencia y Tecnología (2004). **España.es.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- 122. Ministerio de Economía y Empresa (2019). **Consulta Pública sobre el programa de extensión de la banda ancha de nueva generación (PEBA-NGN) en el período 2019-2021.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- 123. Ministerio de Economía y Empresa (2021). **Consulta Pública sobre el programa de extensión de la banda ancha de nueva generación (PEBA-NGN) en el período 2019-2021.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- 124. Ministerio de Hacienda (2019). **Acuerdo de Asociación de España 2014-2020.** Disponible en <https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/>.
- 125. Ministerio de Hacienda (2021). **“La Política Regional y sus Instrumentos. Una manera de hacer Europa”.** Disponible en <https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/>.
- 126. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas (2014). **Condiciones Ex Ante. Objetivo Temático 2. Dirección General de Fondos Comunitarios.** Disponible en <https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/>.
- 127. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2006). **Plan Avanza.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- 128. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2008). **Programa de Extensión de Banda Ancha.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.

- **129.** Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2010). **Plan Avanza 2. Estrategia 2011-2015.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- **130.** Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011). **“La inclusión de la banda ancha en el servicio universal de telecomunicaciones beneficiará a 350.000 hogares”.** 20 mayo 2011. Disponible en <https://www.mincotur.gob.es/>.
- **131.** Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2012a). **“El ministro de Industria preside la constitución del Grupo de Expertos de Alto Nivel para la Agenda Digital”.** 22 marzo 2012. Disponible en <https://www.mincotur.gob.es/>.
- **132.** Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2012b). **Informe recomendaciones del grupo de expertos de alto nivel para la Agenda digital para España.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- **133.** Ministerio de Industria Energía y Turismo (2013a). **Agenda Digital para España.** Disponible en <https://www.sepe.es/>.
- **134.** Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2013b). **Plan de Telecomunicaciones y Redes ultrarrápidas.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- **135.** Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad (2021). **“La evolución del coronavirus en España y en el mundo, en gráficos”.** *epdata.es*, 18 enero 2021, <https://www.epdata.es/>.
- **136.** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). **Plan de Recuperación. 130 medidas frente al Reto demográfico.** Disponible en <https://www.miteco.gob.es/>.
- **137.** Molina Morales, A., de Pablo Valenciano, J., García, J.M., & Martínez, J.L.C. (2020). **Covid-19. ¿Oportunidad para el mundo rural en España? Una reflexión.** *Actividad empresarial en la pandemia de la covid-19.* N° 170, 167.
- **138.** Molnar, C., Casalicchio, G., & Bischl, B. (2018). **Iml: An R package for interpretable machine learning.** *Journal of Open Source Software*, 3(26), 786.
- **139.** Montes, A. (2020). **COVID-19, la España vaciada y el futuro de la política regional.**
- **140.** Muguruza, B.T. (2001). **El Plan de Acción INFO XXI: la sociedad de la información para todos.** *Economía industrial* (338), 19-24. Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- **141.** Muñoz, R (2011). **“La utopía de Internet universal”.** *Elpais.com*, 17 enero 2011. <https://elpais.com/>. [Última Consulta: 24 enero 2021].
- **142.** Muñoz, R. (2021). **“Los 15 pueblos pequeños conectados**

con fibra y los 10 mejores con 5G”.

Elpais.com, 14 junio 2021. <https://elpais.com/> [Última Consulta: 14 junio 2021].

□ 143. Noll, R.G., Older-Aguilar, D., Rosston, G., & Ross, R.R. (2000). **The digital divide: Definitions, measurement and policy issues.** In *Bridging the Digital Divide*. California Public Affairs Forum, Stanford University.

□ 144. NTIA (1995). **Falling Through the Net: A survey of the “Have Nots” in Rural and Urban America.** Disponible en <https://www.ntia.doc.gov/>.

□ 145. OECD (2001). **“Understanding the Digital Divide”.** OECD Digital Economy Papers, N° 49, OECD Publishing, Paris. Disponible en <https://www.oecd-ilibrary.org/>.

□ 146. OCDE (2008). **Summary of the Chair. OECD Ministerial Meeting on the Future of the Internet Economy.** Disponible en <https://www.oecd.org/>.

□ 147. OCDE (2011). **Reaping the Benefits of ICTs in Spain.** Disponible en <http://www.oecd.org/>.

□ 148. OpenVault (2020). **Broadband Insights Report (OVBI). 2Q 2020.** Disponible en <https://openvault.com/>.

□ 149. Ovando C. (2015). **Aplicación del análisis tecno-económico al despliegue de LTE en zonas rurales de España en la banda de 800MHz.** Trabajo Especial de Grado presentado

ante la Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones, para obtener el grado de Doctor en Telecomunicaciones. Madrid (España): Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Disponible en <http://oa.upm.es/>.

□ 150. Pardillo, A.V. (2011). **Aplicación del análisis tecno-económico del despliegue de redes de acceso de próxima generación. El caso de la competencia entre plataformas, la regulación y las políticas públicas en España.** Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones, 289. Disponible en <http://oa.upm.es/>.

□ 151. Pereira, J.P.R. (2016). **Broadband Access and digital divide. In New advances in information systems and technologies (pp363-368).** Springer, Cham.

□ 152. Pinilla V., & Sáez, L.A. (2017). **Rural depopulation in Spain: genesis of a problem and innovative policies.** Zaragoza, Spain. Centre for Studies on Depopulation and Development of Rural Areas (CEDDAR).

□ 153. Portal de datos Abiertos de la UE (2020). **“Electronic communications market indicators”.**

□ 154. Preston, P., Cawley, A., & Metykova, M. (2007). **Broadband and rural areas in the EU: From technology to applications and use.** *Telecommunications Policy*, 31 (6-7), 389-400.

- 155. Prieger, J.E. (2013). **The broadband digital divide and the economic benefits of mobile broadband for rural areas.** *Telecommunications Policy*, 37(6-7), 483-502.
- 156. Puschita, E., Constantinescu-Dobra, A., Colda, R., Vermesan, I., Moldovan, A. & Palade, T. (2014). **Challenges for a broadband service strategy in rural areas: A Romanian case study.** *Telecommunications Policy*, 38 (2), 147-156.
- 157. Qui, J., Jammalamandaka, S.R., & Ning, N (2018). **Multivariate Bayesian Structural Time Series Model.** *J. Mach. Learn. Res.*, 19(1), 2744-2776.
- 158. Ragoobar, T., Whalley, J., & Harle, D. (2011). **Public and private intervention for next generation access deployment. Possibilities for three European Countries.** *Telecommunication Policy*, 35 (9-10). 827-841.
- 159. Reddick, C.G., Enriquez, R., Harris, R.J., & Sharma, B. (2020). **Determinants of broadband access and affordability: An analysis of a community survey on the digital divide.** *Cities*, 106, 102904.
- 160. Rowe, B. (2003). **Rural technology deployment and Access: successes upon which to build.** *Government Information Quarterly*, 20(2), 85-93.
- 161. Rey-Alvite, A., & Fernandez-Crehuet, J.M. (2020). **Smart rural: current status of the intelligent, technological, social and sustainable rural development in the European Union.** *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 1-23, p. 21.
- 162. Rodríguez, C. (2020). **“Dos de cada tres empleos no se recuperarán el año que viene”.** *Economiadigital.es*, 24 diciembre 2020. <https://www.economiadigital.es/> [Última Consulta: 24 enero 2021].
- 163. Rodríguez, D.R. (2020). **Teletrabajo, acceso a Internet y apoyo a la digitalización en el contexto del Covid-19.** *Documentos de FEDEA*, 8.
- 164. Ruiz-Martínez, I., & Esparcia, J. (2020). **Internet Access in Rural Areas: Brake or Stimulus as Post-Covid-19 Opportunity?** *Sustainability*, 12(22), 9619.
- 165. Rurales (2010). **Programa de Desarrollo Rural Sostenible (2011-2014).** Disponible en <https://www.mapa.gob.es/>.
- 166. Santoyo, A.S., & Martínez, E.M. (2003). **La brecha digital: mitos y realidades.** Uabc. Disponible en <https://docplayer.es/>.
- 167. Salemink, K., Strijker, D. & Bosworth, G. (2017). **Rural Development in the Digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas.** *Journal of Rural Studies*, 54, 360-371.

- 168. Scott, S.L., & Varian, H.R. (2014). **Predicting the present with Bayesian structural time series.** *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, 5(1-2), 4-23.
- 169. Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales (2021). **Informe de Cobertura Banda Ancha en España en el año 2020.** Disponible en <https://avancedigital.mineco.gob.es/>.
- 170. Sosa, D. (2014). **Early Evidence Suggests Gigabit Broadband Drives GDP.** *Analysis Group*.
- 171. Strover, S. (2003). **The prospects for broadband deployment in rural America.** *Government Information Quarterly*, 20(2), 95-106.
- 172. Telefónica (2020). **Discurso del presidente. Junta General de Accionistas 2020.**
- 173. Tibshirani, J., Athey, S., Friedberg, R., Hadad, V., Hirshberg, D., Miner, L., Sverdrup, E., Wager, S. & Wright, M. (2020). **Grf: Generalized Random Forest. R package version 1.2.0.** Disponible en <https://CRAN.R-project.org/package=grf>.
- 174. Tiffin, M.A.J. (2019). **Machine learning and causality: the impact of financial crises on growth.** *International Monetary Fund*.
- 175. Townsed, L. Sathiaseelan, A., Fairhurst, G., & Wallace, C. (2013). **Enhanced broadband Access as a solution to the social and economic problems of the rural digital divide.** *Local Economy* 28(6), 580-595.
- 176. Townsend, L. Wallace, C., & Fairhurst, G. (2015). **“Stuck out here”: The critical role of broadband for remote rural places.** *Scottish Geographical Journal*, 131(3-4), 171-180.
- 177. Tribunal de Cuentas Europeo (2018). **La banda ancha en los Estados miembros de la UE: pese a los avances, no se cumplirán todos los objetivos de la Estrategia Europa 2020.**
- 178. Tranos, E. (2012). **The causal effect of the internet infrastructure on the economic development of European city regions.** *Spatial Economic Analysis*, 7(3), 319-337.
- 179. Van der Wee, M., Verbrugge, S., Tahon, M., Colle, D., & Pickavet, M. (2014). **Evaluation of the techno-economic viability of point-to-point dark fiber access infrastructure in Europe in Europe.** *Journal of Optical Communications and Networking*, 6(3), 238-249.
- 180. Van Dijk, J.A.G.M. (2002). **A framework for digital divide research.** *Electronic Journal of Communication*, 12(1), 2.
- 181. Vázquez Carretero, E. (2017). **Brecha digital en Andalucía: TIC, sociedad y territorio. Análisis y propuestas en el ámbito de las**

infraestructuras, p. 24. Disponible en <https://idus.us.es/>.

□ 182. Vicente, M.R., Gil-de-Bernabé, F. (2010).

Assessing the broad and gap: From the penetration divide to the quality divide. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(5), 816-822.

□ 183. Wager, S. & Athey, S. (2018).

Estimation and inference of heterogeneous treatment effects using random forest. *Journal of the American Statistical Association*, 113(523), 1228-1242.

□ 184. Warren, M. (2007).

The digital vicious cycle: Links between social disadvantage and digital exclusion in rural areas. *Telecommunication Policy*, 31(6-7), 374-388.

□ 185. WEF, 2020.

¿Podría el bloque del coronavirus ayudar a cerrar la brecha digital de América Latina? *Cologny, Suiza: WEF*.

□ 186. Whitacre, B., Gallardo, R., & Strover, S. (2014).

Broadband's contribution to economic growth in rural areas: Moving towards a causal relationship. *Telecommunications Policy*, 38(11), 1011-1023.

□ 187. Wickham, H. (2016).

ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. *Springer -Verlag: New York, USA*.

□ 188. Zaballos, A.G., Iglesias, E., Cave, M., Elbittar, A., Guerrero R., Mariscal, E., & Webb, W. (2020).

El impacto de la infraestructura digital en las consecuencias de la COVID-19 y en la mitigación de efectos futuros.

ANEXO II
Acrónimos

ADE	Agenda Digital Europea
ADpE	Agenda Digital para España
AEAT	Agencia Estatal de Administración Tributaria
AECR	Asociación Española de Ciencia Regional
ALE	Accumulated Local Effects
API	Application Programming Interface
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
ARPU	Average revenue per user
ATE	Average Treatment Effect
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
BEI	Banco Europeo de Inversiones
BOE	Boletín Oficial del Estado
BSTS	Bayesian Structural Time Series
CATE	Conditional Average Treatment Effect
CE	Consejo Europeo
CI	Intervalo de Confianza
CNMC	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
CPE	Customer Premises Equipment
DBA	Doctor Business Administration
DESI	Digital Economy and Society Index
DOCSIS	Data over Cable Service Interface Specification
EGS	European Gigabit Society
EIE	European Estructural and Investment Funds
ENISA	European Union Agency for Cybersecurity
ERTE	Expediente de Regulación Temporal de Empleo
ESPON	European Spatial Planning Observation Network
FC	Fondo de Cohesión
FEADER	Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional

FMI	Fondo Monetario Internacional
FTTB	Fiber to the Building
FTTC	Fiber to the Curve
FTTdp	Fiber to the Distribution Point
FTTH	Fiber to the Home
FTTN	Fiber to the Node
FTTP	Fiber to the Premise
GDP	Gross Domestic Product
GRF	Generalized Random Forest
HFC	Hybrid Fiber Coaxial
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IML	Interpretable Machine Learning
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPTV	Internet Protocol Television
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
LAU	Local Administrative Units
LDSMR	Ley para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural
LTE	Long Term Evolution
LTE-A	Long Term Evolution Advance
Mdi	Manifestación de Interés
MINETUR	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio
ML	Machine Learning
MoU	Minutes of Use
MSE	Mean Square Error
NG	Next Generation
NGA	Next Generation Access
NPV	Net Present Value
NTIA	National Telecommunications and Information Administration
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económica
OT	Objetivos Temáticos

OTT	Over the Top
PEBA-NGA	Plan de Extensión de Banda Ancha Next Generation Access
PIB	Producto Interior Bruto
PNR	Plan Nacional de Reformas
RCD	Registro Estatal de Centros Docentes No Universitarios
ROI	Return on Investment
SEAD	Secretaría de Estado para el Avance Digital
SEPE	Servicio Público de Empleo Estatal
SESIAD	Secretaría de Estado para la Sociedad de la Información y Agenda Digital
SETELCO	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales
SETSI	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información
SPAs	Sparsey Populated Areas
STD	Standard Deviation
STEM	Science, technology, engineering and mathematics
TIC	Tecnología de la Información y la Comunicación
TPA	Thinly Populated Areas
UE	Unión Europea
UNCTAD	Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
VDSL	Very high rate digital subscriber line
VSPAs	Very Sparseley Populated Areas
WEF	World Economic Forum
WiMax	World wide interoperability for Microwave access

ANEXO III

Referencias web

Hipervínculos completos de Notas a Pie de Página

3 [https://www.europa-nu.nl/
https://www.europa-nu.nl/id/vjjetkj27wy2/nieuws/speech_by_president_barroso_global?ctx=vgu01axw2znb&v=1&tab=1](https://www.europa-nu.nl/https://www.europa-nu.nl/id/vjjetkj27wy2/nieuws/speech_by_president_barroso_global?ctx=vgu01axw2znb&v=1&tab=1)

11 [https://www.lamoncloa.gob.es/
https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2020/071020-sanchez_plan.aspx](https://www.lamoncloa.gob.es/https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2020/071020-sanchez_plan.aspx)

12 [https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/
https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp2020/Paginas/inicio.aspx](https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp2020/Paginas/inicio.aspx)

14 [https://www.r-project.org/
https://www.r-project.org/](https://www.r-project.org/https://www.r-project.org/)

15 [https://www.python.org/
https://www.python.org/](https://www.python.org/https://www.python.org/)

16 [https://es.wikipedia.org/wiki/Web_scraping
https://es.wikipedia.org/wiki/Web_scraping](https://es.wikipedia.org/wiki/Web_scrapinghttps://es.wikipedia.org/wiki/Web_scraping)

17 [https://es.wikipedia.org/wiki/Beautiful_Soup
https://es.wikipedia.org/wiki/Beautiful_Soup](https://es.wikipedia.org/wiki/Beautiful_Souphttps://es.wikipedia.org/wiki/Beautiful_Soup)

18 [https://www.selenium.dev/
https://www.selenium.dev/](https://www.selenium.dev/https://www.selenium.dev/)

20 [https://www.rtve.es/
https://www.rtve.es/noticias/20190331/espana-vaciada-llena-madrid-para-exigir-soluciones-urgentes-unos-politicos-les-olvidan-sin-elecciones/1913700.shtml](https://www.rtve.es/https://www.rtve.es/noticias/20190331/espana-vaciada-llena-madrid-para-exigir-soluciones-urgentes-unos-politicos-les-olvidan-sin-elecciones/1913700.shtml)

21 [https://www.govinfo.gov/
https://www.govinfo.gov/content/pkg/PPP-2000-book3/html/PPP-2000-book3-doc-pg2483.htm](https://www.govinfo.gov/https://www.govinfo.gov/content/pkg/PPP-2000-book3/html/PPP-2000-book3-doc-pg2483.htm)

28 [https://www.ine.es/
https://www.ine.es/nomen2/Metodologia.do](https://www.ine.es/https://www.ine.es/nomen2/Metodologia.do)

[http://www.ign.es/
http://www.ign.es/resources/IGR/Poblaciones/IGN_descripcionBDEP_IGR-P0v0.pdf](http://www.ign.es/http://www.ign.es/resources/IGR/Poblaciones/IGN_descripcionBDEP_IGR-P0v0.pdf)

- 33** [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016D-C0587&from=en](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016D-C0587&from=en)
- 35** [https://www.boe.es/
https://www.boe.es/doue/2014/155/L00001-00014.pdf](https://www.boe.es/https://www.boe.es/doue/2014/155/L00001-00014.pdf)
- 40** [https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas
https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Paginas/ayudas-publicas.aspx](https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudashttps://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Paginas/ayudas-publicas.aspx)
- 56** [https://www.ine.es/
https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=7132](https://www.ine.es/https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=7132)
- 57** [https://www.ine.es/
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177010&menu=resultados&idp=1254734710990#!tabs-1254736195526](https://www.ine.es/https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177010&menu=resultados&idp=1254734710990#!tabs-1254736195526)
- 59** [http://www.seg-social.es/
https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/EST8/2341/2683/3460](http://www.seg-social.es/https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/EST8/2341/2683/3460)
- 60** [https://www.educacion.gob.es/
https://www.educacion.gob.es/centros/buscar.do](https://www.educacion.gob.es/https://www.educacion.gob.es/centros/buscar.do)
- 61** [https://www.mscbs.gob.es/
https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/prestaciones/centrosServiciosSNS/hospitales/home.htm](https://www.mscbs.gob.es/https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/prestaciones/centrosServiciosSNS/hospitales/home.htm)
- 62** [https://data.renfe.com/
https://data.renfe.com/dataset/estaciones-listado-completo/resource/783e0626-6fa8-4ac7-a880-fa53144654ff](https://data.renfe.com/https://data.renfe.com/dataset/estaciones-listado-completo/resource/783e0626-6fa8-4ac7-a880-fa53144654ff)
- 68** [https://www.datacamp.com/
https://www.datacamp.com/community/tutorials/top-ten-most-important-packages-in-r-for-data-science](https://www.datacamp.com/https://www.datacamp.com/community/tutorials/top-ten-most-important-packages-in-r-for-data-science)
- 69** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Paginas/ayudas-publicas.aspx](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Paginas/ayudas-publicas.aspx)

70 [http://rsocial.expansionpro.orbyt.es/
http://rsocial.expansionpro.orbyt.es/epaper/xml_epaper/Expansi%C3%B3n/15_06_2021/pla_3633_Primer_ED/xml_arts/art_19272410.xml?SHA-RE=6C23C0F29C6C4F158F7CA6264B486305B653D3AF53CFD54244B9CF7F68DE-73BFED1CD35B9B308CC2FB5A5FE437C5C5DD01BE8E2999839BF08452E1197EF-091DA43A84E87FC5499334668BFC7113776645737C29C74D9081282332A0F80724EA2](http://rsocial.expansionpro.orbyt.es/http://rsocial.expansionpro.orbyt.es/epaper/xml_epaper/Expansi%C3%B3n/15_06_2021/pla_3633_Primer_ED/xml_arts/art_19272410.xml?SHA-RE=6C23C0F29C6C4F158F7CA6264B486305B653D3AF53CFD54244B9CF7F68DE-73BFED1CD35B9B308CC2FB5A5FE437C5C5DD01BE8E2999839BF08452E1197EF-091DA43A84E87FC5499334668BFC7113776645737C29C74D9081282332A0F80724EA2)

71 [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Paginas/ayudas-publicas.aspx](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Paginas/ayudas-publicas.aspx)

72 [https://www.redestelecom.es/
https://www.redestelecom.es/operadoras/noticias/1122202050903/adamo-gana-72-millones-de-ayudas-del-plan-peba.1.html](https://www.redestelecom.es/https://www.redestelecom.es/operadoras/noticias/1122202050903/adamo-gana-72-millones-de-ayudas-del-plan-peba.1.html)

73 [https://www.vozpopuli.com/
https://www.vozpopuli.com/economia_y_finanzas/eqt-vende-adamo-teleco_0_1396961379.html](https://www.vozpopuli.com/https://www.vozpopuli.com/economia_y_finanzas/eqt-vende-adamo-teleco_0_1396961379.html)

74 [https://cincodias.elpais.com/
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/04/15/companias/1618511043_883080.html](https://cincodias.elpais.com/https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/04/15/companias/1618511043_883080.html)

75 [https://www.eleconomista.es/
https://www.eleconomista.es/economia/noticias/9881394/05/19/Telefonica-cerrara-1200-centrales-de-cobre-hasta-2024-segun-la-cnmc.html](https://www.eleconomista.es/https://www.eleconomista.es/economia/noticias/9881394/05/19/Telefonica-cerrara-1200-centrales-de-cobre-hasta-2024-segun-la-cnmc.html)

76 [https://twitter.com/PessimistsArc/status/1256957779790659588?s=20
https://twitter.com/PessimistsArc/status/1256957779790659588?s=20](https://twitter.com/PessimistsArc/status/1256957779790659588?s=20https://twitter.com/PessimistsArc/status/1256957779790659588?s=20)

78 [https://unctad.org/
https://unctad.org/news/coronavirus-reveals-need-bridge-digital-divide](https://unctad.org/https://unctad.org/news/coronavirus-reveals-need-bridge-digital-divide)

80 [https://www.ine.es/
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176952&menu=ultiDatos&idp=1254735572981#:~:text=El%20n%C3%BAmero%20medio%20de%20hogares,a%C3%B1os%20viv%C3%ADa%20con%20sus%20padres](https://www.ine.es/https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176952&menu=ultiDatos&idp=1254735572981#:~:text=El%20n%C3%BAmero%20medio%20de%20hogares,a%C3%B1os%20viv%C3%ADa%20con%20sus%20padres)

81 [https://www.elperiodico.com/
https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20200222/coronavirus-italia-milan-7859967](https://www.elperiodico.com/https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20200222/coronavirus-italia-milan-7859967)

82 <https://www.larazon.es/>
<https://www.larazon.es/economia/20200319/wzzeoln6trfgxft6p3w76lsz6e.html>

83 <https://www.elmundo.es/>
<https://www.elmundo.es/economia/2021/05/20/60a5334921efa0a8148b45eb.html>

84 <https://ec.europa.eu/>
<https://ec.europa.eu/>

85 <https://www.europapress.es/>
<https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-espana-lider-europeo-despliegue-fibra-optica-delante-alemania-francia-reino-unido-20200319113712.html>

87 <https://www.europapress.es/>
<https://www.europapress.es/economia/noticia-ingresos-minoristas-sector-telecomunicaciones-caen-cerca-2020-cnmc-20210325115610.html>

89 <https://monreseaumobile.arcep.fr/>
<https://monreseaumobile.arcep.fr/>

91 <https://ec.europa.eu/>
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_983

92 <https://portal.mineco.gob.es/>
https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/210614_np_unico.aspx

93 <https://ec.europa.eu/>
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_21_2987

94 <https://www.europapress.es/>
<https://www.europapress.es/economia/noticia-gobierno-invertira-4320-millones-2025-planes-conectividad-digital-20210325200234.html>

95 <https://www.xatakamovil.com/>
<https://www.xatakamovil.com/wi-fi/que-wifi-doble-banda-que-te-interesa-tenerlo-tu-movil>

96 <https://www.xataka.com/>
<https://www.xataka.com/basics/que-wi-fi-6-que-ventajas-tiene-respecto-a-version-anterior>

Hipervínculos completos de Referencias (Anexo I)

- 5 <https://aecr.org/>
<https://aecr.org/es/proyecciones-demograficas-2033-hacia-un-agravamiento-de-los-desequilibrios-poblacionales/>
- 6 <https://www.eldiario.es/>
https://www.eldiario.es/sociedad/ine-eleva-45-684-muertos-covid-primera-ola-pandemia_1_6495361.html
- 10 <https://www.coruna.gal/>
<https://www.coruna.gal/descarga/1453754971768/Guia-Basica-Fondos-europeos-post-2020.pdf>
- 14 <https://www.elconfidencial.com/>
<https://www.coruna.gal/descarga/1453754971768/Guia-Basica-Fondos-europeos-post-2020.pdf>
- 19 <https://www.fastly.com/>
<https://www.fastly.com/blog/how-covid-19-is-affecting-internet-performance>
- 21 <https://www.boe.es/>
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-21493>
- 22 www.boe.es/
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2014/BOE-A-2014-4950-consolidado.pdf>
- 23 www.boe.es/
<https://www.boe.es/boe/dias/2016/09/15/pdfs/BOE-A-2016-8429.pdf>
- 29 <https://projecteuclid.org/>
<https://projecteuclid.org/journals/annals-of-applied-statistics/volume-9/issue-1/Inferring-causal-impact-using-Bayesian-structural-time-series-models/10.1214/14-AOAS788.full>
- 33 <https://www.nytimes.com/>
<https://www.nytimes.com/2020/05/20/technology/personaltech/slow-internet-speeds.html>
- 37 <https://cincodias.elpais.com/>
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/10/30/companias/1604076130_633762.html

- 38** [https://www.cnmc.es/
https://www.cnmc.es/sites/default/files/1375326_8.pdf](https://www.cnmc.es/https://www.cnmc.es/sites/default/files/1375326_8.pdf)
- 39** [http://data.cnmc.es/
http://data.cnmc.es/datagraph/jsp/inf_trim.jsp](http://data.cnmc.es/http://data.cnmc.es/datagraph/jsp/inf_trim.jsp)
- 40** barloventocomunicacion.es/wpcontent/uploads/2020/04/Informe-especialcoronavirus-marzo-2020-actualizado.pdf
<https://www.barloventocomunicacion.es/wp-content/uploads/2020/04/Informe-especial-coronavirus-MARZO-2020-ACTUALIZADO.pdf>
- 42** [https://www.computerworld.es/
https://www.computerworld.es/tecnologia/nadia-calvino-el-covid19-ha-acelerado-la-digitalizacion-de-espana](https://www.computerworld.es/https://www.computerworld.es/tecnologia/nadia-calvino-el-covid19-ha-acelerado-la-digitalizacion-de-espana)
- 44** [https://www.expansion.com/
https://www.expansion.com/blogs/tecnoestrategias/2020/10/19/la-fibra-en-espana-no-ha-sido-cosa-del.html](https://www.expansion.com/https://www.expansion.com/blogs/tecnoestrategias/2020/10/19/la-fibra-en-espana-no-ha-sido-cosa-del.html)
- 46** [https://uvadoc.uva.es/
https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38457](https://uvadoc.uva.es/https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38457)
- 47** [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1303](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1303)
- 49** [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/2014_01_new_urban.pdf](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/2014_01_new_urban.pdf)
- 50** [http://eldiariorural.es/
http://eldiariorural.es/esto-es-lo-que-necesita-espana-vaciada-para-dejar-de-serlo/](http://eldiariorural.es/http://eldiariorural.es/esto-es-lo-que-necesita-espana-vaciada-para-dejar-de-serlo/)
- 51** [https://www.enisa.europa.eu/
https://www.enisa.europa.eu/publications/telecom-security-during-a-pandemic](https://www.enisa.europa.eu/https://www.enisa.europa.eu/publications/telecom-security-during-a-pandemic)
- 52** [https://www.espon.eu/
https://www.espon.eu/programme/projects/espon-2013/applied-research/geospeccs-geographic-specificities-and-development](https://www.espon.eu/https://www.espon.eu/programme/projects/espon-2013/applied-research/geospeccs-geographic-specificities-and-development)
- 54** [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000D-C0130&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000D-C0130&from=ES)

- 55 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000D-C0330&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000D-C0330&from=ES)
- 56 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52002D-C0263&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52002D-C0263&from=EN)
- 57 [http://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A52005DC0229](http://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A52005DC0229)
- 58 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006D-C0129:EN:HTML](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006D-C0129:EN:HTML)
- 59 [http://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0199:-FIN:EN:PDF](http://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0199:-FIN:EN:PDF)
- 60 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008D-C0800&from=EL](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008D-C0800&from=EL)
- 61 [http://europa.eu/
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_08_1370](http://europa.eu/https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_08_1370)
- 62 [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication15887_en.pdf](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication15887_en.pdf)
- 64 [https://eapn.es/
https://www.eapn.es/publicaciones/61/europa-2020-una-estrategia-para-un-crecimiento-inteligente-sostenible-e-integrador-comision-europea](https://eapn.es/https://www.eapn.es/publicaciones/61/europa-2020-una-estrategia-para-un-crecimiento-inteligente-sostenible-e-integrador-comision-europea)
- 65 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:ES:PDF](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:ES:PDF)
- 66 [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/MEMO_10_200](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/MEMO_10_200)
- 67 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013P-C0147&from=SL](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013P-C0147&from=SL)

68 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013XC0126\(01\)&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013XC0126(01)&from=ES)

69 [https://eur-lex.europa.eu/
https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2013:025:0001:0026:es:PDF](https://eur-lex.europa.eu/https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2013:025:0001:0026:es:PDF)

70 [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/presenta/broadband/
broadband_investment.pdf](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/presenta/broadband/broadband_investment.pdf)

71 [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2017-33/
european_funding_for_broadband_CAC9F47E-BA2A-1424-044BE-
071D91F4335_46275.pdf](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2017-33/european_funding_for_broadband_CAC9F47E-BA2A-1424-044BE-071D91F4335_46275.pdf)

72 [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2016\)587](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2016)587)

74 [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_20_1025](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_20_1025)

76 [https://cohesiondata.ec.europa.eu/
https://cohesiondata.ec.europa.eu/](https://cohesiondata.ec.europa.eu/https://cohesiondata.ec.europa.eu/)

77 [https://ec.europa.eu/
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/
europes-digital-decade-digital-targets-2030_en](https://ec.europa.eu/https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en)

78 [https://www.europeandatajournalism.eu/
https://www.europeandatajournalism.eu/eng/News/Data-news/Where-do-we-
stand-on-the-road-to-a-European-Gigabit-Society](https://www.europeandatajournalism.eu/https://www.europeandatajournalism.eu/eng/News/Data-news/Where-do-we-stand-on-the-road-to-a-European-Gigabit-Society)

80 [https://www.europarl.europa.eu/
https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_es.htm](https://www.europarl.europa.eu/https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_es.htm)

81 [https://cadenaser.com/
https://cadenaser.com/ser/2020/10/13/economia/1602588545_662300.html](https://cadenaser.com/https://cadenaser.com/ser/2020/10/13/economia/1602588545_662300.html)

89 [https://www.lavanguardia.com/
https://www.lavanguardia.com/economia/20200817/482864605346/transfor-](https://www.lavanguardia.com/https://www.lavanguardia.com/economia/20200817/482864605346/transfor-)

[macion-digital-espana-economia-competitividad-pandemia-coronavirus-covid.html](#)

91 <https://www.lamoncloa.gob.es/>
<https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/05052021-Componente15.pdf>

92 <https://www.lamoncloa.gob.es/>
<https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2020/espana-puede.aspx>

98 <https://havasmedia.com>
<https://havasmediagroup.com/>

100 <https://www.ine.es/>
<https://www.ine.es/nomen2/Metodologia.do>

101 <https://www.ine.es/>
<https://www.ine.es/daco/daco42/codmun/codmunmapa.htm>

102 <https://www.epdata.es/>
<https://www.epdata.es/datos/impacto-economico-coronavirus-graficos/523>

112 <https://www.highspeedinternet.com/>
<https://www.highspeedinternet.com/resources/how-much-internet-speed-to-work-from-home>

115 <https://www.elconfidencial.com/>
https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-11-25/internet-espana-vacia-fibra-optica-teruel-existe_2347883/

117 <https://avancedigital.mineco.gob.es/>
<https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Paginas/ayudas-publicas.aspx>

118 <https://portal.mineco.gob.es/>
https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/210129_Plan_Conectividad.pdf

119 <https://avancedigital.mineco.gob.es/>
<https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/cobertura/Documents/CoBERTura-BA-2019.pdf>

- 120** [https://www.lamoncloa.gob.es/
https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2021/190521-banda_ancha_rural.aspx](https://www.lamoncloa.gob.es/https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2021/190521-banda_ancha_rural.aspx)
- 121** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPrimerasIniciativas/2004-Iniciativa-Espana.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPrimerasIniciativas/2004-Iniciativa-Espana.pdf)
- 122** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/es-ES/Participacion/Documents/PE-BA-NGA-2019-2021/cp-PEBA-NGA%202019-2021.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/es-ES/Participacion/Documents/PE-BA-NGA-2019-2021/cp-PEBA-NGA%202019-2021.pdf)
- 123** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/es-ES/Participacion/Documents/PE-BA-NGA-2019-2021/cp-PEBA-NGA%202019-2021.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/es-ES/Participacion/Documents/PE-BA-NGA-2019-2021/cp-PEBA-NGA%202019-2021.pdf)
- 124** [https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/
https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp1420/p/pa/paginas/inicio.aspx](https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp1420/p/pa/paginas/inicio.aspx)
- 125** [https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/
https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/Paginas/inicio.aspx](https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/Paginas/inicio.aspx)
- 126** [https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/
https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp1420/p/pa/Documents/OT_2_TIC_SEP_2014.pdf#search=Banda%20ancha](https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/https://www.dgfc.sepg.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp1420/p/pa/Documents/OT_2_TIC_SEP_2014.pdf#search=Banda%20ancha)
- 127** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPlanesAvanza/Plan%20Avanza/plan_avanza-Documento_completo.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPlanesAvanza/Plan%20Avanza/plan_avanza-Documento_completo.pdf)
- 128** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Otros%20Programas/Programa%20de%20extensi%C3%B3n%20de%20la%20Banda%20Ancha%20PEBA/Informe-final-Programa-PEBA.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/ayudas/Otros%20Programas/Programa%20de%20extensi%C3%B3n%20de%20la%20Banda%20Ancha%20PEBA/Informe-final-Programa-PEBA.pdf)
- 129** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPlanesAvanza/Planes%20Avanza%202%20y%20su%20estrategia/Estrategia%20Avanza2.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPlanesAvanza/Planes%20Avanza%202%20y%20su%20estrategia/Estrategia%20Avanza2.pdf)

- 130** [https://www.mincotur.gob.es/
https://www.mincotur.gob.es/es-ES/GabinetePrensa/NotasPrensa/Documents/
npdecretoserviciouniversal200511.pdf](https://www.mincotur.gob.es/https://www.mincotur.gob.es/es-ES/GabinetePrensa/NotasPrensa/Documents/npdecretoserviciouniversal200511.pdf)
- 131** [https://www.mincotur.gob.es/
https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2011/docu-
ments/npconstitucionexpertos220312.pdf](https://www.mincotur.gob.es/https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2011/documents/npconstitucionexpertos220312.pdf)
- 132** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/agenda-digital/
DescargasAgendaDigital/AdpE-informe-expertos-recomendaciones.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/agenda-digital/DescargasAgendaDigital/AdpE-informe-expertos-recomendaciones.pdf)
- 133** [https://www.sepe.es/
https://www.sepe.es/LegislativaWeb/verFichero.do?fichero=09017edb80204b5d](https://www.sepe.es/https://www.sepe.es/LegislativaWeb/verFichero.do?fichero=09017edb80204b5d)
- 134** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/agenda-digital/Descarga-
sAgendaDigital/Planes%20espec%C3%ADficos/Plan-ADpE-1_Redes-Ultrarrapidas.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/agenda-digital/DescargasAgendaDigital/Planes%20espec%C3%ADficos/Plan-ADpE-1_Redes-Ultrarrapidas.pdf)
- 135** [https://www.epdata.es/
https://www.epdata.es/datos/coronavirus-china-datos-graficos/498](https://www.epdata.es/https://www.epdata.es/datos/coronavirus-china-datos-graficos/498)
- 136** [https://www.miteco.gob.es/
https://www.miteco.gob.es/es/reto-demografico/temas/medidas-reto-demografico/](https://www.miteco.gob.es/https://www.miteco.gob.es/es/reto-demografico/temas/medidas-reto-demografico/)
- 140** [https://avancedigital.mineco.gob.es/
https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPri-
merasIniciativas/2001-Plan-InfoXXI.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPrimerasIniciativas/2001-Plan-InfoXXI.pdf)
- 141** [https://elpais.com/
https://elpais.com/diario/2011/01/17/sociedad/1295218801_850215.html](https://elpais.com/https://elpais.com/diario/2011/01/17/sociedad/1295218801_850215.html)
- 142** [https://elpais.com/
https://elpais.com/economia/2021-06-14/los-15-pueblos-pequenos-mejor-conecta-
dos-con-fibra-y-los-10-mejores-con-5g.html](https://elpais.com/https://elpais.com/economia/2021-06-14/los-15-pueblos-pequenos-mejor-conectados-con-fibra-y-los-10-mejores-con-5g.html)
- 144** [https://www.ntia.doc.gov/
https://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fallingthru.html](https://www.ntia.doc.gov/https://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fallingthru.html)
- 145** [https://www.oecd-ilibrary.org/
https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/understanding-the-digi-
tal-divide_236405667766;jsessionid=-EZebL3I5OnRoCYkKXBW7eLq.ip-10-240-5-177](https://www.oecd-ilibrary.org/https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/understanding-the-digital-divide_236405667766;jsessionid=-EZebL3I5OnRoCYkKXBW7eLq.ip-10-240-5-177)

146 <https://www.oecd.org/>

<https://www.oecd.org/futureinternet/40989438.pdf>

147 <http://www.oecd.org/>

<https://www.oecd.org/gov/50488898.pdf>

148 <https://openvault.com/>

<https://openvault.com/complimentary-report-2q20/>

149 <http://oa.upm.es/>

http://oa.upm.es/33727/1/CATALINA_OVANDO_CHICO.pdf

150 <http://oa.upm.es/>

<http://oa.upm.es/9837/>

162 <https://www.economiadigital.es/>

https://www.economiadigital.es/economia/dos-de-cada-tres-empleos-no-se-recuperaran-el-ano-que-viene_20113576_102.html

165 <https://www.mapa.gob.es/>

https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/ley-para-el-desarrollo-sostenible-del-medio-rural/4.Zonas%20rurales%20aplicaci%C3%B3n%20programa_tcm30-152124.pdf

166 <https://docplayer.es/>

<https://docplayer.es/67725695-La-brecha-digital-mitos-y-realidades.html>

169 <https://avancedigital.mineco.gob.es/>

<https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/cobertura/Documents/Cobertura-BA-2020.pdf?csf=1&e=IVCXmu>

173 <https://CRAN.R-project.org/package=grf>

<https://cran.r-project.org/web/packages/grf/index.html>

181 <https://idus.us.es/>

<https://idus.us.es/handle/11441/56022h>

ANEXO IV

**Índice de
figuras**

Número	Definición	Fuente
1	Círculo virtuoso de la economía digital	European Commission, 2010c
2	Metodología de Trabajo con secuencia temporal	Elaboración propia
3	Crecimiento absoluto de la población proyectado por CCAA 2018-2033	AECR, 2018
4	Planes de la Agenda Digital	Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014
5	Dotación financiera de los Fondos EIE a España (millones EUR)	Bosca et al., 2016
6	Apoyo Público al despliegue de las redes de telecomunicaciones	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021
7	Implementación ESIF 2014-2020 por país	European Commission, 2021a
8	Comparativa de Capex por usuario según segmento poblacional	Vergara Pardillo, 2011
9	Comparativa inversión por hogar conectado entre LTE y FTTH según municipio	Barroso, 2015
10	Inversión necesaria para LTE y FTTH según municipio	Barroso, 2015
11	Inversión acumulada a nivel nacional para ese dimensionamiento	Chico, 2015
12	Capex por hogar conectado y tecnología	Chico, 2015
13	Evolución coste medio acceso hogar en medio rural con tecnologías FTTH y LTE	Elaboración propia
14	Comparativa España-UE27	Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014
15	Estimación de apoyo público preciso a despliegues	Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2014

16	Cobertura en zonas rurales y su Split por tecnología	European Commission, 2020b
17	% Cobertura en zonas rurales de redes NGA y de Fibra	Portal de datos abiertos de la UE, 2020
18	Resultados PEBA.NGA 2013-2019	Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020d
19	Cobertura según velocidad	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021
20	Tendencia de cobertura de 30Mbps	Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021
21	Tendencia de Cobertura de 100Mbps	Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021
22	Incremento GDP por cada 10% Cobertura. Secuencia Temporal	Elaboración propia
23	Incremento GDP por cada 1% de Adopción. Secuencia Temporal	Elaboración propia
24	Incremento Empleo. Secuencia Temporal	Elaboración propia
25	Relación en el efecto estimado sobre la Población Total y la Distancia a Centro Educativo. 30 Mbps	Elaboración propia
26	Relación en el efecto estimado sobre la Población Total y la Distancia a Centro Educativo. 100 Mbps	Elaboración propia
27	Relación en el efecto estimado sobre Afiliaciones a la Seguridad Social con la distancia a municipios de >10.000 habitantes	Elaboración propia

28	Relación en el efecto estimado sobre Afiliaciones sobre la Tasa de Paro con la distancia a municipios de >10.000 habitantes	Elaboración propia
29	Impacto Estimado del Despliegue de velocidades de 100 Mbps y 30 Mbps en Entidades Singulares de población de 100 a 2.000 habitantes	Elaboración propia
30	Curvas de Adopción según escenarios	Van der Wee et al., 2014
31	Coste Total (Capex+Opex) estimada por Hogar pasado	Van der Wee et al., 2014
32	NPV asociado	Van der Wee et al., 2014
33	% de adopción una vez realizado el despliegue	Ioannou et al., 2020
34	ARPU mensual medio para NPV=0 en función de densidades de población	Ioannou et al., 2020
35	Subvención Precisa en el Capex+Opex en función del ARPU, para NPV>0	Ioannou et al., 2020
36	Impacto en las variables identificadas en poblaciones de 100Mbps y 30Mbps	Elaboración propia
37	Impacto en las variables excluyendo Hogares con TV, en poblaciones de 100Mbps y 30Mbps	Elaboración propia
38	Evolución del ARPU en las Entidades Singulares del Estudio	Elaboración propia
39	Anuncio de la Bell Telephone Company en 1918	@PessimistsArc, 2020
40	Uso del Televisor durante marzo de 2020 según datos de Kantar	Barlovento Comunicación, 2020
41	Incremento de Tráfico de Internet y variación de velocidad durante el confinamiento	Bergman & Lyengar, 2020
42	Cambios en el consumo de tráfico de aplicaciones	Bergman & Lyengar, 2020
43	Comparativa en países europeos	Bergman & Lyengar, 2020

44	Efecto del Confinamiento en Incremento Datos Fijos. 30 Mbps	Elaboración propia
45	Efecto del Confinamiento en Incremento Datos Fijos. 100 Mbps	Elaboración propia
46	Efecto del Confinamiento en Consumo de minutos de Voz Móvil. 30 Mbps	Elaboración propia
47	Efecto del Confinamiento en Consumo de minutos de Voz Móvil. 100 Mbps	Elaboración propia
48	Efecto del Confinamiento en Incrementos de Datos Móviles. 30 Mbps	Elaboración propia
49	Efecto del Confinamiento en Incrementos de Datos Móviles. 100 Mbps	Elaboración propia
50	Efecto del Confinamiento en llamadas a <i>Call Center</i> por Reclamaciones. 30 Mbps	Elaboración propia
51	Efecto del Confinamiento en llamadas a <i>Call Center</i> por Reclamaciones. 100 Mbps	Elaboración propia
52	Efecto del Confinamiento en llamadas a <i>Call Center</i> por Averías. 30 Mbps	Elaboración propia
53	Efecto del Confinamiento en llamadas a <i>Call Center</i> por Averías. 10 Mbps	Elaboración propia
54	Comparación en Consumo de Datos Fijos por usuario	Elaboración propia
55	Comparación en Consumo de Datos Móviles por usuario	Elaboración propia
56	Comparación en Consumo de Voz Móvil por usuario	Elaboración propia
57	Comparación de llamadas a Centros de Atención al Cliente por Reclamaciones	Elaboración propia
58	Comparación de llamadas a Centros de Atención al Cliente por Averías	Elaboración propia
59	Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI), 2020	European Commission, 2020a
60	Resultados por dimensión (DESI), 2020	European Commission, 2020a

61	Mediciones de calidad y velocidad de cobertura realizadas por ARCEP	ARCEP
62	<i>Digital Compass</i>	European Commission, 2021b
63	Evolución velocidades objetivo en Europa	Elaboración propia
64	European Gigabit Society Targets	European Investment Bank, 2021
65	Velocidades medias de descarga de datos en redes móviles según mediciones de Ookla	European Data Journalism Network, 2021
66	Objetivos de España 2025	Gispert, 2020

ANEXO V

**Índice de
tablas**

Número	Definición	Fuente
1	Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis de partida	Elaboración propia
2	Tabla de Áreas escasamente pobladas o SESPAS	Burillo, Cuadrado&Burillo. Mozota, 2018
3	Tipologías municipales según variables demográficas y económicas (2017)	Delgado Urrecho, 2018
4	Variación de la población en municipios rurales afectados por la despoblación	Delgado Urrecho, 2018
5	Población rural y urbana según residentes y unidad básica de cuantificación (2017)	Delgado Urrecho, 2018
6	Geotipos por Entidad Singular de Población	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021
7	Resumen de las fuentes de financiación para los períodos de programación	Tribunal de Cuentas Europeo, 2018
8	Ayudas en las diversas iniciativas PEBA	Elaboración propia con datos extraídos de la Secretaría de Estado
9	Tipos de banda ancha y redes de acceso de nueva generación	Carretero, 2017
10	Comparativa coste/hogar/mes por tecnología y tamaño de municipio	Barroso, 2015
11	Dimensionamiento realizado	Chico, 2015
12	Cálculo de despliegue medio en Europa por tecnología y hogar	Ferrandis et al., 2020
13	Objetivos ADpE	Ovando, 2015
14	Cobertura de banda ancha (en % de población) e alta calidad: (red fija>30 Mbps) y 4G	Rodriguez, 2020

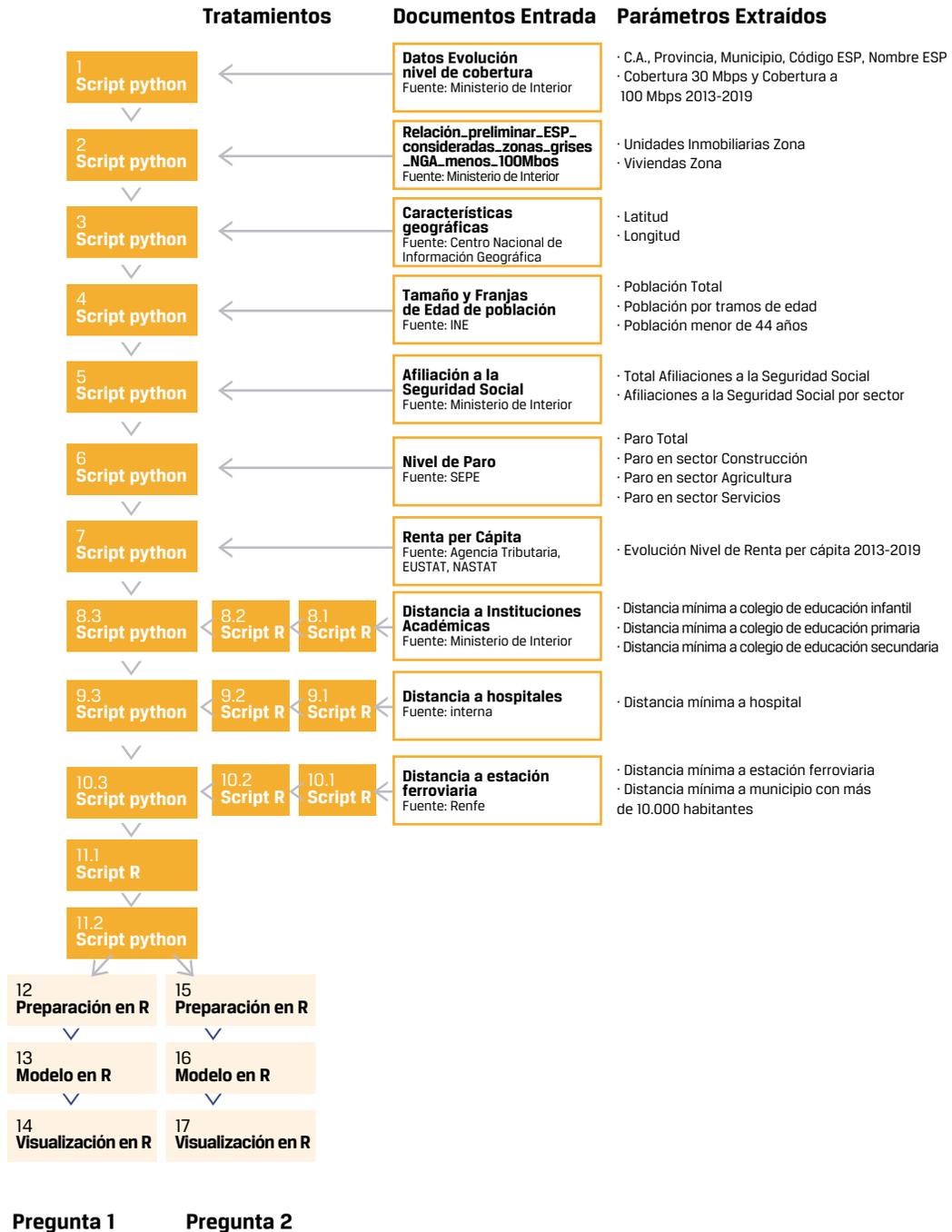
15	Población sin Cobertura de 30 Mbps (ni fija ni móvil)	Rodríguez, 2020
16	Cobertura de 30 Mbps en Municipios y Entidades Singulares de Población	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021
17	Cobertura de 100 Mbps en Municipios y Entidades Singulares de Población	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021
18	Cobertura de 100 Mbps incluyendo la Fase Prospectiva de hogares	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, 2021
19	Tendencia de Cobertura de 100 Mbps	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, 2020
20	Cobertura de 100Mbps incluyendo la Fase Prospectiva incorporando viviendas	Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021
21	Clasificación de Grupos	Elaboración propia
22	Datos estadísticos calculados por Variable	Elaboración propia
23	Impacto en las variables identificadas en poblaciones de 100 Mbps y 30 Mbps	Elaboración propia
24	Penetración en Primer Semestre 2020 por Población y Hogar	Elaboración propia
25	ARPUs medios en clientes con Banda Ancha Fija	Elaboración propia
26	Entidades con evolución de velocidad en ambos estados durante período de prueba	Elaboración propia
27	Penetraciones al evolucionar la velocidad en las mismas Entidades	Elaboración propia
28	Resumen de Datos	Elaboración propia

29	Distribución por Comunidad Autónoma de las ESP y habitantes fuera de huella 30 Mbps	Cellnex, 2021
30	Capacidades y Velocidad requeridas en 2025 agrupadas por Aplicaciones de Uso	Ministerio de Economía y Empresa, 2021
31	European Gigabit Society Targets	European Investment Bank, 2021

ANEXO VI

Metodología de investigación preguntas 1 y 2

Diagrama de flujo



Pregunta 1

Pregunta 2

2. Número de hogares

Referencia del documento de entrada

Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020). Relación definitiva de zonas blancas NGA y zonas grises NGA, 9 junio 2020.

<https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/zonas-blancas-NGA/Paginas/Index.aspx>

Tratamiento

Zonas Blancas y Grises
Extracción Número viviendas

```
import pandas as pd
import numpy as np

# Leer pdf
file = "Relacion preliminar de zonas blancas NGA y zonas grises NGA
2020"

def csv_to_excel(file):
    # Reading the csv file
    df_new = pd.read_csv(f'{file}.csv')
    # saving xlsx file
    GFG = pd.ExcelWriter(f'{file}.xlsx')
    df_new.to_excel(GFG, index = False)

    GFG.save()

csv_to_excel(file)

a = pd.read_excel(f'{file}.xlsx')

a.drop([0,1], inplace=True)
new_header = ['Comunidad Autónoma', 'Provincia', 'Código de Pro-
vincia', 'Municipio', 'Código del Municipio', 'Entidad Singular',
'Código entidad Singular', 'Identificación zona (Código Referencia
- 23 caracteres)', 'Población censada ESP', 'Unidades Inmobiliarias
Zona', 'Viviendas Zona', 'Tipo Zona (Blanca/Gris)']
a.columns = new_header
a.drop(a.index[(a["Comunidad Autónoma"] == "INE
2018")],axis=0,inplace=True)
a['Código entidad Singular'] = a['Código entidad Singular'].str.
replace(r'^\d-9+', '')
```

```

a.to_excel(f"{file}2.xlsx")

# Cruzar tablas 2013-2020 con zonas grises y blancas

file_name1 = "Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 170121 Total Con
Niveles y ESP tot"
file_name2= "Relacion preliminar de zonas blancas NGA y zonas grises
NGA 20202"
file_name3= "Relacion preliminar_ESP_consideradas_zonas_grises_NGA-
menos-100Mbps"

a = pd.read_excel(f"{file_name1}.xlsx")
b = pd.read_excel(f"{file_name2}.xlsx")
c = pd.read_excel(f"{file_name3}.xlsx")

new_header2 = ['Comunidad Autónoma', 'Provincia', 'Código del Muni-
cipio', 'Municipio', 'Código entidad Singular', 'Entidad Singular',
'Población censada', 'Operador']
c.columns = new_header2

merged = a.merge(b, how='left', left_on='Código ESP', right_on='Có-
digo entidad Singular', suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)
merged.drop(labels=['Unnamed: 0', 'Entidad Singular', 'Código entidad
Singular'], axis=1, inplace=True)
merged = merged.drop_duplicates(subset=["Código ESP"], keep="first")

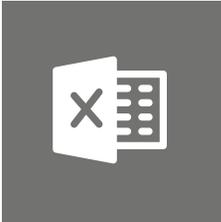
merged = merged.merge(c, how='left', left_on='Código ESP', right_
on='Código entidad Singular', suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)
merged.drop(labels=['Entidad Singular', 'Código entidad Sin-
gular', 'Zona rural 2014', 'Calificacion 2014', 'Nivel prioridad
2014', 'Poblacion 2014', 'Superficie 2014', 'Código de Provincia', 'Iden-
tificación zona (Código Referencia - 23 caracteres)', 'Población
censada ESP', 'Tipo Zona (Blanca/Gris)', 'Operador', 'Población censa-
da', 'Código del Municipio'], axis=1, inplace=True)

#merged.to_excel('Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total
NivelesyZonas.xlsx')

```

3. Localización con latitud y longitud

Referencia del documento de entrada



Relación Entidades y Municipios

<https://drive.google.com/file/d/1PyTNPzH9Ez3huJi7ztkOpI00YdZSR8uq/view?usp=sharing>

Tratamiento

Relación ENTIDADES y MUNICIPIOS

Variables: Latitud, Longitud

```
import pandas as pd

# Leer pdf
file = "Relacion ENTIDADES y MUNICIPIOS"

file_name1 = "Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total Nive-
lesyZonas"
a = pd.read_excel(f"{file_name1}.xlsx")
b = pd.read_excel(f"{file}.xlsx")

merged = a.merge(b, how='left', left_on='Código ESP', right_on='CO-
DIGOINE', suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)
merged.drop(labels=['CODIGOINE', 'NOMBRE', 'COD_PROV', 'PROVIN-
CIA', 'suprimidaencarto', 'discrepanteine', 'ORIGENALTITUD', 'ALTI-
TUD', 'ORIGENCOOR', 'HOJA_MTN25', 'INEMUNI', 'POBLACION', 'TIPO'],
axis=1, inplace=True)
print(merged)
```

4. Tamaño y Franjas de Edad de población

Referencia del documento de entrada

Instituto Nacional de Estadística (2020), Disponibles en:

<https://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?padre=6225&capsel=6692>

https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177012&menu=resultados&idp=1254734710990#!tabs-1254736195461

Tratamiento

Franjas Edad por MUNICIPIO

Variables: Evolución franjas de edad

```
import pandas as pd
import time
import os
```

PARTE 1: 2013 y 2014 --> CREACION EXCEL

```
# Descargar datos de web
#”https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177012&menu=resultados&idp=1254734710990#!tabs-1254736195461”

for page in range(1,12):
    file_frenja_name = f”./franjas_edades/2013_2014/exportacion({page})”
    file_frenja = pd.read_excel(f”{file_frenja_name}.xls”)

    file_frenja.drop([0,1,2,3,4,5,6,7], inplace=True)

    file_frenja.drop(labels=[‘Unnamed: 0’], axis=1, inplace=True)
    year = file_frenja.loc[8][2]
    col_original = file_frenja.loc[9][:]

    try:
        new_header = [‘Provincia’, ‘Municipio’, f’NPersonasTotal{year}’, f’{col_original[3]}_{year}’, f’{col_original[4]}_{year}’, f’{col_original[5]}_{year}’, f’{col_original[6]}_{year}’]
        file_frenja.columns = new_header
    except:
        try:
            new_header = [‘Provincia’, ‘Municipio’, f’NPersonasTotal{-year}’, f’{col_original[3]}_{year}’]
```

```

        file_frenja.columns = new_header
    except:
        new_header = ['Provincia', 'Municipio', f'NPersonasTotal{-
year}', f'{col_original[3]}_{year}', f'{col_original[4]}_{year}']
        file_frenja.columns = new_header

    file_frenja.drop([8,9,10,11], inplace=True)

    file_frenja["es_muni"] = file_frenja[:"Provincia"].str.re-
place(r'^\d+', '') + file_frenja[:"Municipio"].str.repla-
ce(r'^\d+', '')

    if page == 1:
        merged = file_frenja
    else:
        merged = merged.merge(file_frenja, how='left', on=['es_
muni'], suffixes=('', '_y'))
        merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist-
t(), axis=1, inplace=True)
        print(merged)

#merged.to_excel("../franjas_edades/2013_2014/exportaciontotal.xlsx")

```

PARTE 2: 2015 - 2020 --> CREACION EXCEL PARA COMBINAR

```

#”https://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?padre=6225&capsel=6692”
#”https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=33570&L=0”

franja_20152020 = pd.read_excel("../franjas_edades/FranjasE-
dad_2015_2020.xlsx")

franja_20152020.drop([0,1,2,3,4,5,6], inplace=True)
muni = 14
while muni < 56962:
    try:
        row = [*range(muni+2,muni+7)]

        nuevo = pd.DataFrame(franja_20152020.loc[muni+1][1:]).T
        nuevo['municipio'] = franja_20152020.loc[muni][0]

        check = nuevo['municipio'].values.any()
        if check != True and nuevo['municipio'].values != 'Hombres':

            for i in row:
                otroano = pd.DataFrame(franja_20152020.loc[i][1:]).T

```

```

        otroano['municipio']=franja_20152020.loc[muni][0]

        nuevo = nuevo.join(otroano.set_index('municipio'),
on='municipio', lsuffix='_caller', rsuffix='_other')

        nuevo.drop(labels=['municipio'], axis=1, inplace=True)

        for year in [*range(2020,2014,-1)]:
            newhead = [f'Tot_{year}',f'Edad_0_4_
{year}',f'Edad_5_9_{year}',f'Edad_10_14_{year}',f'Edad_15_19_
{year}',f'Edad_20_24_{year}',f'Edad_25_29_{year}',f'Edad_30_34_
{year}',f'Edad_35_39_{year}',f'Edad_40_44_{year}',f'Edad_45_49_
{year}',f'Edad_50_54_{year}',f'Edad_55_59_{year}',f'Edad_60_64_
{year}',f'Edad_65_69_{year}',f'Edad_70_74_{year}',f'Edad_75_79_
{year}',f'Edad_80_84_{year}',f'Edad_85_89_{year}',f'Edad_90_94_
{year}',f'Edad_95_99_{year}',f'Edad_100_{year}']
            if year == 2020:
                headers = newhead
            else:
                headers = headers + newhead
            nuevo.columns = headers
            nuevo['codigo_muni'] = franja_20152020.loc[muni][0].
replace(r'^[0-9]+', '')

            try:
                frames = [result, nuevo]
                result = pd.concat(frames)
                print('siguiente')
                print(result)
            except:
                result = nuevo
                print('primero')
                print('result')

            muni = muni+7

        else:
            result.to_excel("./franjas_edades/2013_2014/new_total_
matrix.xlsx")

        except:
            result.to_excel("./franjas_edades/2013_2014/new_total_ma-
trix.xlsx")

#result.to_excel("./franjas_edades/2013_2014/new_total_matrix.xlsx")

```

PARTE 3

```

master_name = "Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total Ni-
veles Zonas RelESMuni Trad_Muni_Esp AflSS IRPF_conPV_conNV Habitan-
tes Poblacion Paro Contratos Dist_10k_Hosp_Est"
master = pd.read_excel(f"{master_name}.xlsx")

```

Población 2013 y 2014 --> FUSION CON TABLA MASTER

```

pob1314_name = "./franjas_edades/2013_2014/exportaciontotal"
pob1314 = pd.read_excel(f"{pob1314_name}.xlsx")

pob1314 = pob1314[pob1314.Municipio != 'Total']
pob1314["codigo_municipio"] = pob1314["es_muni"].astype(str).
str[2:].apply(pd.to_numeric, errors='coerce')
pob1314 = pob1314[pob1314['codigo_municipio'].notna()]
pob1314.drop(labels=['es_muni', 'Provincia', 'Municipio'], axis=1,
inplace=True)

merged = master.merge(pob1314, how='left', left_on=['CO_MUNI_INE'],
right_on=['codigo_municipio'], suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(), axis=1,
inplace=True)
merged.drop(labels=['codigo_municipio'], axis=1, inplace=True)

pob1314.drop(labels=['codigo_municipio', 'Unnamed: 0'], axis=1,
inplace=True)
headers = pob1314.columns
#for column in headers:
#    merged[column] = merged[column] * merged['po_uuii']

```

Población 2015 - 2020 --> FUSION CON MASTER

```

pob1520_name = "./franjas_edades/2013_2014/new_total_matrix_2"
pob1520 = pd.read_excel(f"{pob1520_name}.xlsx")

pob1520["codigo_municipio"] = pob1520["codigo_muni"].str.repla-
ce(r'^[0-9]+', '').apply(pd.to_numeric, errors='coerce')
print(pob1520["codigo_municipio"])
pob1520.drop(labels=['codigo_muni'], axis=1, inplace=True)

merged = merged.merge(pob1520, how='left', left_on=['CO_MUNI_INE'],

```

```

right_on=['codigo_municipio'], suffixes=(‘’, ‘_y’))
merged.drop(merged.filter(regex=‘_y$’).columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)
pob1520.drop(labels=['codigo_municipio’,’codigo_municipio’], axis=1,
inplace=True)

for year in [*range(2020,2014,-1)]:
    newhead = [f‘Tot_{year}’,f‘Edad_0_4_
{year}’,f‘Edad_5_9_{year}’,f‘Edad_10_14_{year}’,f‘Edad_15_19_
{year}’,f‘Edad_20_24_{year}’,f‘Edad_25_29_{year}’,f‘Edad_30_34_
{year}’,f‘Edad_35_39_{year}’,f‘Edad_40_44_{year}’,f‘Edad_45_49_
{year}’,f‘Edad_50_54_{year}’,f‘Edad_55_59_{year}’,f‘Edad_60_64_
{year}’,f‘Edad_65_69_{year}’,f‘Edad_70_74_{year}’,f‘Edad_75_79_
{year}’,f‘Edad_80_84_{year}’,f‘Edad_85_89_{year}’,f‘Edad_90_94_
{year}’,f‘Edad_95_99_{year}’,f‘Edad_100_{year}’]
    if year == 2020:
        headers = newhead
    else:
        headers = headers + newhead
#for column in headers:
#    merged[column] = merged[column].apply(pd.to_numeric, error-
s=‘coerce’) * merged[‘po_uuui’]

merged.rename(columns={‘NPersonasTotal2013’:‘Tot_2013’,‘NPersonas-
Total2014’:‘Tot_2014’},inplace=True)
merged.rename(columns={‘De 0 a 4 años_2013’:‘Edad_0_4_2013’,‘De
5 a 9 años_2013’:‘Edad_5_9_2013’,‘De 10 a 14 años_2013’:‘Eda-
d_10_14_2013’,‘De 15 a 19 años_2013’:‘Edad_15_19_2013’,‘De 20
a 24 años_2013’:‘Edad_20_24_2013’,‘De 25 a 29 años_2013’:‘Eda-
d_25_29_2013’},inplace=True)
merged.rename(columns={‘De 30 a 34 años_2013’:‘Edad_30_34_2013’,‘De
35 a 39 años_2013’:‘Edad_35_39_2013’,‘De 40 a 44 años_2013’:‘Eda-
d_40_44_2013’,‘De 45 a 49 años_2013’:‘Edad_45_49_2013’,‘De 50
a 54 años_2013’:‘Edad_50_54_2013’,‘De 55 a 59 años_2013’:‘Eda-
d_55_59_2013’},inplace=True)
merged.rename(columns={‘De 60 a 64 años_2013’:‘Edad_60_64_2013’,‘De
65 a 69 años_2013’:‘Edad_65_69_2013’,‘De 70 a 74 años_2013’:‘Eda-
d_70_74_2013’,‘De 75 a 79 años_2013’:‘Edad_75_79_2013’,‘De 80
a 84 años_2013’:‘Edad_80_84_2013’,‘De 85 ó más años_2014’:‘Eda-
d_85_100_2013’},inplace=True)
merged.rename(columns={‘De 0 a 4 años_2014’:‘Edad_0_4_2014’,‘De
5 a 9 años_2014’:‘Edad_5_9_2014’,‘De 10 a 14 años_2014’:‘Eda-
d_10_14_2014’,‘De 15 a 19 años_2014’:‘Edad_15_19_2014’,‘De 20
a 24 años_2014’:‘Edad_20_24_2014’,‘De 25 a 29 años_2014’:‘Eda-
d_25_29_2014’},inplace=True)
merged.rename(columns={‘De 30 a 34 años_2014’:‘Edad_30_34_2014’,‘De

```

```

35 a 39 años_2014': 'Edad_35_39_2014', 'De 40 a 44 años_2014': 'Edad_40_44_2014', 'De 45 a 49 años_2014': 'Edad_45_49_2014', 'De 50 a 54 años_2014': 'Edad_50_54_2014', 'De 55 a 59 años_2014': 'Edad_55_59_2014'}, inplace=True)
merged.rename(columns={'De 60 a 64 años_2014': 'Edad_60_64_2014', 'De 65 a 69 años_2014': 'Edad_65_69_2014', 'De 70 a 74 años_2014': 'Edad_70_74_2014', 'De 75 a 79 años_2014': 'Edad_75_79_2014', 'De 80 a 84 años_2014': 'Edad_80_84_2014', 'De 85 ó más años_2014': 'Edad_85_100_2014'}, inplace=True)

```

```

merged['Edad_0_44_2013'] = merged['Edad_0_4_2013'] + merged['Edad_5_9_2013'] + merged['Edad_10_14_2013'] + merged['Edad_15_19_2013'] + merged['Edad_20_24_2013'] + merged['Edad_25_29_2013'] + merged['Edad_30_34_2013'] + merged['Edad_35_39_2013'] + merged['Edad_40_44_2013']
merged['Edad_0_44_2014'] = merged['Edad_0_4_2014'] + merged['Edad_5_9_2014'] + merged['Edad_10_14_2014'] + merged['Edad_15_19_2014'] + merged['Edad_20_24_2014'] + merged['Edad_25_29_2014'] + merged['Edad_30_34_2014'] + merged['Edad_35_39_2014'] + merged['Edad_40_44_2014']
merged['Edad_0_44_2015'] = merged['Edad_0_4_2015'] + merged['Edad_5_9_2015'] + merged['Edad_10_14_2015'] + merged['Edad_15_19_2015'] + merged['Edad_20_24_2015'] + merged['Edad_25_29_2015'] + merged['Edad_30_34_2015'] + merged['Edad_35_39_2015'] + merged['Edad_40_44_2015']
merged['Edad_0_44_2016'] = merged['Edad_0_4_2016'] + merged['Edad_5_9_2016'] + merged['Edad_10_14_2016'] + merged['Edad_15_19_2016'] + merged['Edad_20_24_2016'] + merged['Edad_25_29_2016'] + merged['Edad_30_34_2016'] + merged['Edad_35_39_2016'] + merged['Edad_40_44_2016']
merged['Edad_0_44_2017'] = merged['Edad_0_4_2017'] + merged['Edad_5_9_2017'] + merged['Edad_10_14_2017'] + merged['Edad_15_19_2017'] + merged['Edad_20_24_2017'] + merged['Edad_25_29_2017'] + merged['Edad_30_34_2017'] + merged['Edad_35_39_2017'] + merged['Edad_40_44_2017']
merged['Edad_0_44_2018'] = merged['Edad_0_4_2018'] + merged['Edad_5_9_2018'] + merged['Edad_10_14_2018'] + merged['Edad_15_19_2018'] + merged['Edad_20_24_2018'] + merged['Edad_25_29_2018'] + merged['Edad_30_34_2018'] + merged['Edad_35_39_2018'] + merged['Edad_40_44_2018']
merged['Edad_0_44_2019'] = merged['Edad_0_4_2019'] + merged['Edad_5_9_2019'] + merged['Edad_10_14_2019'] + merged['Edad_15_19_2019'] + merged['Edad_20_24_2019'] + merged['Edad_25_29_2019'] + merged['Edad_30_34_2019'] + merged['Edad_35_39_2019'] + merged['Edad_40_44_2019']
merged['Edad_0_44_2020'] = merged['Edad_0_4_2020'] + merged

```

```
ged['Edad_5_9_2020']+ merged['Edad_10_14_2020']+ mer-
ged['Edad_15_19_2020']+merged['Edad_20_24_2020']+
merged['Edad_25_29_2020']+merged['Edad_30_34_2020']+ merged['Eda-
d_35_39_2020']+merged['Edad_40_44_2020']

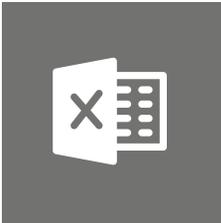
#merged.to_excel("Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total
Niveles Zonas RelESMuni Trad_Muni_Esp AfilSS IRPF_conPV_conNV Habi-
tantes Poblacion Paro Contratos Dist_10k_Hosp_Est franja_edad.xlsx")
```

5. Afiliación a la Seguridad Social

Referencia del documento de entrada

Fichero de elaboración propia obtenido a través de los datos del Ministerio de In-
clusión, Seguridad Social y Migraciones. Disponible en:

<https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/EST8/EST167>



Afiliados SS Municipios Consolidado

<https://drive.google.com/file/d/18pEKihPvhHKvR9V2guaZ-nKXrehckEXy/view?usp=sharing>

Tratamiento

Afiliación Seguridad Social 2013 - 2020

Variables Total Afiliaciones y Afiliaciones por sector

```
import tabula
import pandas as pd
import numpy as np

file_name1 = "Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total Nive-
les Zonas RelESMuni Trad_Muni_Esp"
file_name2 = "Afiliados SS Municipios Consolidado 2013-2020"
a = pd.read_excel(f"{file_name1}.xlsx")
#a['po_uuui'] = a['po_uuui'].str.replace(",",".")
#a['po_uuui'] = a['po_uuui'].astype(float)
```

```

merged = a
sheets = [*range(2013,2021)] + ['Final 2020']

for year in sheets:

    b = pd.read_excel(f"{file_name2}.xlsx", f'{year}', thousands='.')
    if year == 'Final 2020':
        year = '2021'
    new_header = ['PROVINCIA', 'MUNICIPIO', 'TRAB', f'Reg. General{-
year}', f'R. G.- S.E.Agrario{year}', f'R. G.- S.E.Hogar{year}', f'R.
E. MAR{year}', f'R. E. T. Autónomos{year}', f'R. E. M. Carbón{-
year}', f'TOTAL{year}']
    b.columns = new_header

    b['PROVINCIA'] = b['PROVINCIA'].apply(lambda x: str(x)[3:])
    b['MUNICIPIO_COD'] = b['MUNICIPIO'].str.replace(r'^\0-9+', '')
    b['MUNICIPIO'] = b['MUNICIPIO'].apply(lambda x: str(x)[6:])
    b['PROVINCIA'] = b['PROVINCIA'].apply(lambda x: str.title(x))
    b['MUNICIPIO'] = b['MUNICIPIO'].apply(lambda x: str.title(x))

    b['MUNICIPIO_COD'].replace('', np.nan, inplace=True)
    b = b.dropna(subset=['MUNICIPIO_COD'])
    b['MUNICIPIO_COD'] = b['MUNICIPIO_COD'].astype(int)

    b[f'Reg. General{year}'] = b[f'Reg. General{year}'].apply(lamb-
da x: str(x).replace('<', '').replace('>', '').replace('= ', '').repla-
ce('.', ''')).astype(float)
    b[f'R. G.- S.E.Agrario{year}'] = b[f'R. G.- S.E.Agrario{year}'].
apply(lambda x: str(x).replace('<', '').replace('>', '').repla-
ce('= ', '').replace('.', ''')).astype(float)
    b[f'R. G.- S.E.Hogar{year}'] = b[f'R. G.- S.E.Hogar{year}'].
apply(lambda x: str(x).replace('<', '').replace('>', '').repla-
ce('= ', '').replace('.', ''')).astype(float)
    b[f'R. E. MAR{year}'] = b[f'R. E. MAR{year}'].apply(lambda
x: str(x).replace('<', '').replace('>', '').replace('= ', '').repla-
ce('.', ''')).astype(float)
    b[f'R. E. T. Autónomos{year}'] = b[f'R. E. T. Autónomos{year}'].
apply(lambda x: str(x).replace('<', '').replace('>', '').repla-
ce('= ', '').replace('.', ''')).astype(float)
    b[f'R. E. M. Carbón{year}'] = b[f'R. E. M. Carbón{year}'].
apply(lambda x: str(x).replace('<', '').replace('>', '').repla-
ce('= ', '').replace('.', ''')).astype(float)
    b[f'TOTAL{year}'] = b[f'TOTAL{year}'].apply(lambda x: str(x).
replace('<', '').replace('>', '').replace('= ', '').replace('.', ''')).
astype(float)

```

```

merged = merged.merge(b, how='left', left_on=['CO_MUNI_INE'],
right_on=['MUNICIPIO_COD'], suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)
merged.drop(labels=['PROVINCIA','MUNICIPIO','TRAB','MUNICIPIO_
COD'], axis=1, inplace=True)

#merged[f'Reg. General{year}'] = merged[f'Reg. General{year}']*
merged['po_uuui']
#merged[f'R. G.- S.E.Agrario{year}'] = merged[f'R. G.- S.E.Agra
rio{year}']*merged['po_uuui']
#merged[f'R. G.- S.E.Hogar{year}'] = merged[f'R. G.- S.E.Hogar{-
year}']*merged['po_uuui']
#merged[f'R. E. MAR{year}'] = merged[f'R. E. MAR{year}']*merge
d['po_uuui']
#merged[f'R. E. T. Autónomos{year}'] = merged[f'R. E. T. Autóno
mos{year}']*merged['po_uuui']
#merged[f'R. E. M. Carbón{year}'] = merged[f'R. E. M. Carbón{-
year}']*merged['po_uuui']
#merged[f'TOTAL{year}'] = merged[f'TOTAL{year}']*merged['po_
uuui']

merged.drop(labels=['Unnamed: 0'], axis=1, inplace=True)

#merged.to_excel('Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total
Niveles Zonas ReLESMuni Trad_Muni_Esp AfI1SS.xlsx')

```

6. Nivel de Paro

Referencia del documento de entrada

(SEPE) Servicio Público de Empleo Estatal (2020). Disponibles en:

<https://sepe.es/HomeSepe/que-es-el-sepe/estadisticas/datos-estadisticos/municipios.html>

Tratamiento

Paro y Contratos 2013 - 2020

Variables: Paro Total y Paro por Sectores

```

import pandas as pd
import os

```

Generación y limpieza documentos con datos de paro

```

#url = 'https://sepe.es/HomeSepe/que-es-el-sepe/estadisticas/datos-estadisticos/municipios.html'

keyword = 'ESTADISTICA_MUNICIPIOS'
for fname in os.listdir('./folderparo'):
    if keyword in fname:
        file_name2 = fname
        sheets_dict = pd.read_excel(f"./folderparo/{file_name2}",
sheet_name=None)
        sheet_paro = pd.DataFrame()
        sheet_contrato = pd.DataFrame()

    for name, sheet in sheets_dict.items():
        if 'PARO' in name:
            provincia = sheet.loc[2][1]

            if provincia == 'CORUÑA A':
                provincia = 'coruña, a'
            if provincia == 'GIPUZKOA':
                provincia = 'gipuzkoa'
            if provincia == 'RIOJA LA':
                provincia = 'rioja, la'
            if provincia == 'PALMAS LAS':
                provincia = 'palmas, las'
            if 'STA.' in provincia:
                provincia = provincia.replace('STA.', 'santa')
            if 'Sta.' in provincia:
                provincia = provincia.replace('Sta.', 'santa')
            if 'sta.' in provincia:
                provincia = provincia.replace('sta.', 'santa')
            if provincia == 'BALEARS (ILLES)':
                provincia = 'balears, illes'
            if provincia == 'VALENCIA':
                provincia = 'valencia/valencia'

            year = sheet.loc[2][9][:3] + sheet.loc[2][9][-4:]
            sheet.drop([0,1,2,3,4,5,6], inplace=True)

            new_header = ['Provincia', 'Municipio', f'Total{year}', f'Hombres(<25){year}', f'Hombres(25-44){year}', f'Hombres(>44){year}', f'Mujeres(<25){year}', f'Mujeres(25-44){year}', f'Mujeres(>44){year}', f'Agricultura{year}', f'Industria{year}', f'Construccion{year}', f'Servicios{year}', f'Sin Empleo Anterior{year}']

```

```

sheet.columns = new_header

sheet = sheet.assign(Provincia=provincia)

letras_acentos = ['á','à','é','è','í','ì','ó','ò','ú',
',','ü','Á','À','É','È','Í','Ì','Ó','Ò','Ú','Û','Ü']
letras_sinacentos = ['a','a','e','e','i','i','o','o',
',','u','u','A','A','E','E','I','I','O','O','U','U']
sheet['Provincia'] = sheet['Provincia'].replace(le-
tras_acentos,letras_sinacentos, regex=True).str.lower()
sheet['Municipio'] = sheet['Municipio'].replace(le-
tras_acentos,letras_sinacentos, regex=True).str.lower()

n_rows = sheet.shape[0]
row = [*range(7,n_rows+6)]

for i in row:
    municipio = sheet.loc[i][1]
    # Correccion tildes, guiones, espacios y traduc-
cion para cruce posterior
    if ', ' in municipio:
        partes = municipio.split(', ')
        articulo = ' (' + partes[-1] + ' )'
        municipio = partes[0] + articulo
        sheet.loc[i][1] = municipio
    if municipio == 'arrazua-ubarrundia':
        sheet.loc[i][1] = 'arratzua-ubarrundia'
    if municipio == 'moreda de alava':
        sheet.loc[i][1] = 'moreda de alava/moreda
araba'
    if municipio == 'hondon de las nieves/fondo de
les neus,e':
        sheet.loc[i][1] = 'fondo de les neus (el)/
hondon de las nieves'
    if municipio == 'pinoso/pinos (el)':
        sheet.loc[i][1] = 'pinos (el)/pinoso'
    if municipio == 'san vicente del raspeig/sant
vicent del':
        sheet.loc[i][1] = 'san vicente del raspeig/
sant vicent del raspeig'
    if municipio == 'vall de ebo':
        sheet.loc[i][1] = "vall d'ebo (la)"
    if municipio == "esquirol (l)":
        sheet.loc[i][1] = "esquirol, l'"
    if municipio == 'villarcayo de merindad de cas-
tilla la vi':

```

```

        sheet.loc[i][1] = 'villarcayo de merindad de
castilla la vieja'
    if municipio == 'ares del maestre':
        sheet.loc[i][1] = 'ares del maestrat'
    if municipio == 'benasal':
        sheet.loc[i][1] = 'benassal'
    if municipio == 'villareal/vila-real':
        sheet.loc[i][1] = 'vila-real'
    if municipio == 'vilajuiga':
        sheet.loc[i][1] = 'vilajuiga'
    if municipio == "cruilles (monells i sant sadur-
ni de l'he)":
        sheet.loc[i][1] = "cruïlles, monells i sant
sadurni de l'heura"
    if municipio == 'guajares (los)':
        sheet.loc[i][1] = 'guajares, los'
    if municipio == 'donostia-san sebastian':
        sheet.loc[i][1] = 'donostia/san sebastian'
    if municipio == 'mahon':
        sheet.loc[i][1] = 'mao-mahon'
    if municipio == 'santa eularia des rio':
        sheet.loc[i][1] = 'santa eularia des riu'
    if municipio == 'sarratella':
        sheet.loc[i][1] = 'serratella, la'
    if municipio == 'villafranca del cid / vilafran-
ca':
        sheet.loc[i][1] = 'villafranca del cid/vila-
franca'
    if municipio == 'vistabella del maestrazgo':
        sheet.loc[i][1] = 'vistabella del maestrat'
    if municipio == 'allin':
        sheet.loc[i][1] = 'allin/allin'
    if municipio == 'noain (elortzibia)':
        sheet.loc[i][1] = 'noain (valle de elorz)/
noain (elortzibar)'
    if municipio == 'iza':
        sheet.loc[i][1] = 'iza/itza'
    if municipio == 'roda de bara':
        sheet.loc[i][1] = 'roda de bera'
    if municipio == 'covelos (o)':
        sheet.loc[i][1] = 'covelos'
    if municipio == 'berrioplano':
        sheet.loc[i][1] = 'berrioplano/berriobeiti'
    if municipio == 'urrotz':
        sheet.loc[i][1] = 'urroz'
    if municipio == 'unzue':

```

```

        sheet.loc[i][1] = 'unzue/untzue'
    if municipio == 'salinas de oro':
        sheet.loc[i][1] = 'salinas de oro/jaitz'
    if municipio == 'oroz-betelu':
        sheet.loc[i][1] = 'oroz-betelu/orotz-betelu'
    if municipio == 'orbaitzeta':
        sheet.loc[i][1] = 'orbaizeta'
    if municipio == 'navascues':
        sheet.loc[i][1] = 'navascues/nabaskoze'
    if municipio == 'monreal':
        sheet.loc[i][1] = 'monreal/elo'
    if municipio == 'uharte-arakil':
        sheet.loc[i][1] = 'uharte arakil'
    if municipio == 'eneriz':
        sheet.loc[i][1] = 'eneriz/eneritz'
    if municipio == 'oyon/oion':
        sheet.loc[i][1] = 'oyon-oion'
    if municipio == 'adsubia':
        sheet.loc[i][1] = "atzubia, l'"
    if municipio == "rafol d'almunia (el)":
        sheet.loc[i][1] = "rafol d'almunia, el"
    if municipio == 'deya':
        sheet.loc[i][1] = 'deia'
    if municipio == 'santa eulalia del rio':
        sheet.loc[i][1] = 'santa eularia des riu'
    if municipio == 'garrovillas dealconectar':
        sheet.loc[i][1] = 'garrovillas dealconetar'
    if municipio == 'ayegui':
        sheet.loc[i][1] = 'ayegui/aiegi'
    if municipio == 'ancin':
        sheet.loc[i][1] = 'ancin/antzin'
    if municipio == 'abarzuza':
        sheet.loc[i][1] = 'abarzuza/abartzuza'
    if municipio == 'ciriza':
        sheet.loc[i][1] = 'ciriza/ziritza'
    if municipio == 'cirauqui':
        sheet.loc[i][1] = 'cirauqui/zirauki'
    if municipio == 'zabalza':
        sheet.loc[i][1] = 'zabalza/zabaltza'
    if municipio == 'saus':
        sheet.loc[i][1] = 'saus, camallera i llam-
paies'

    if municipio == 'jatar':
        sheet.loc[i][1] = 'jatar'
    if municipio == 'borge,el':

```

```

        sheet.loc[i][1] = 'borge (el)'
    if municipio == 'etxarri-aranatz':
        sheet.loc[i][1] = 'etxarri aranatz'
    if municipio == 'gargantilla del lozoya y pini-
lla de buit':
        sheet.loc[i][1] = 'gargantilla del lozoya y
pinilla de buitrago'
    if municipio == 'oitz':
        sheet.loc[i][1] = 'oiz'
    if municipio == 'bera/vera de bidasoa':
        sheet.loc[i][1] = 'bera'
    if municipio == "enova (1)''":
        sheet.loc[i][1] = "enova (1)'"
    if municipio == 'montichelvo':
        sheet.loc[i][1] = 'montitxelvo/montichelvo'
    if municipio == "enova (1)''":
        sheet.loc[i][1] = "ènova (1)'"
    try:
        sheet_paro = pd.concat([sheet_paro, sheet[:-1]
[:]])
    except:
        sheet_paro = sheet[:-1][:]

    sheet_paro.to_excel(f'./folderparo/Paro_{year}.xlsx')

## Merge Paro

master_name1 = "Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total
Niveles Zonas RelESMuni Trad_Muni_Esp AflSS IRPF_conPV_conNV Habi-
tantes Poblacion"

master = pd.read_excel(f"{master_name1}.xlsx")

letras_acentos = ['á', 'à', 'é', 'è', 'í', 'ì', 'ó', 'ò', 'ú', 'ù', 'Á', 'À', 'É', 'È', 'Í', 'Ì', 'Ó', 'Ò', 'Ú', 'Ù']
letras_sinacentos = ['a', 'a', 'e', 'e', 'i', 'i', 'o', 'o', 'u', 'u', 'A', 'A', 'E', 'E', 'I', 'I', 'O', 'O', 'U', 'U']

master['Provincia_sintilde'] = master['Provincia'].replace(letras_
acentos, letras_sinacentos, regex=True).str.lower()
master['Municipio_sintilde'] = master['Municipio'].replace(letras_
acentos, letras_sinacentos, regex=True).str.lower()
merged = master

keyword1 = 'Paro_'

```

```

for fname in os.listdir('./folderparo'):

    if keyword1 in fname:
        file_name2 = fname
        b = pd.read_excel(f"./folderparo/{file_name2}")

        if keyword1 in fname:
            for i in range(3,15):
                b.columns.values[i] = 'PARO_' + b.columns.values[i]

            merged = merged.merge(b, how='left', left_on=['Provincia_
sintilde','Municipio_sintilde'], right_on=['Provincia','Municipio'],
suffixes=('', '_y'))
            merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist-
t(),axis=1, inplace=True)
            merged.drop(labels=['Unnamed: 0'], axis=1, inplace=True)

            if keyword1 in fname:
                for i in range(-12,0,1):
                    name_col = merged.columns.values[i]
                    merged[name_col] = merged[name_col].apply(pd.to_nu-
meric, errors='coerce')
                    #merged[name_col] = merged[name_col] * merged['po_
uuii']

merged.drop(labels=['Provincia_sintilde','Municipio_sintilde'],
axis=1, inplace=True)
#merged.to_excel("Master.xlsx")

```

7. Renta

Referencia del documento de entrada

Datos obtenidos de las siguientes fuentes:

Ministerio de Hacienda (2020), Disponible en:

[https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/datosabiertos/catalogo/hacienda/Estadistica de los declarantes del IRPF por municipios.shtml](https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/datosabiertos/catalogo/hacienda/Estadistica%20de%20los%20declarantes%20del%20IRPF%20por%20municipios.shtml)

EUSTAT (Euskal Estatistika Erakundea - Instituto Vasco de Estadística) (2020), Disponible en:

https://www.eustat.eus/bancopx/spanish/id_2380/indiceRR.html

NASTAT (Insituto de Estadística de Navarra - Nafarroako Estatistika Erakundea) (2020), Disponible en:

<https://administracionelectronica.navarra.es/GN.InstitutoEstadisticaWeb/InformacionEstadistica.aspx?R=1&E=3%20%20%3e%20Sociedad%20%3e%20Condiciones%20de%20vida%20%3e%20Estadistica%20de%20la%20Renta%20%3e%20Municipios>

Tratamiento

Renta Municipios 2013 - 2020

Variables: Renta

```
import csv
import tabula
import pandas as pd
```

Parte 1: Generar excel con IRPF y población. Una hoja por cada año entre 2013 y 2018

```
"""
# NO DESCOMENTAR
# Ejemplo 2013:
'https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/datosabiertos/catalogo/hacienda/Estadistica_de_los_declarantes_del_IRPF_por_municipios.shtml'
'Estadística del año'
'Detalle municipios con más de 1.000 hab.'
'Posicionamiento municipios > 1.000 hab. Renta Bruta Media'

url_IRPF_2013 = "https://www.agenciatributaria.es/AEAT/Contenidos_Comunes/La_Agencia_Tributaria/Estadisticas/Publicaciones/sites/irpfmunicipios/2013/jrubikf6d2fcd70c4d0ec216836abfe9f974b4309c26da4.html"
url_IRPF_2014 = "https://www.agenciatributaria.es/AEAT/Contenidos_Comunes/La_Agencia_Tributaria/Estadisticas/Publicaciones/sites/irpfmunicipios/2014/jrubik4e93d46e7e85aa3dd4296c3fb35c28a0723d87a0.html"
url_IRPF_2015 = "https://www.agenciatributaria.es/AEAT/Contenidos_Comunes/La_Agencia_Tributaria/Estadisticas/Publicaciones/sites/irpfmunicipios/2015/jrubik1ba3b6fffb879f0b4654305cde4f7da3038a346e9.html"
url_IRPF_2016 = "https://www.agenciatributaria.es/AEAT/Contenidos_Comunes/La_Agencia_Tributaria/Estadisticas/Publicaciones/sites/irpfmunicipios/2016/jrubik1ef468a251d390b847ce88908aaafc743028fb8d.html"
url_IRPF_2017 = "https://www.agenciatributaria.es/AEAT/Contenidos_Comunes/La_Agencia_Tributaria/Estadisticas/Publicaciones/sites/irpf-
```

```
municipios/2017/jrubik5c71ccbbf784b68bb03524d7a59879e024c6c9e2.html”
url_IRPF_2018 = “https://www.agenciatributaria.es/AEAT/Contenidos_
Comunes/La_Agencia_Tributaria/Estadisticas/Publicaciones/sites/irpf-
municipios/2018/jrubik7fe28e5d4daeab97eaf47efe29f0716914ab405e.html”
”””
```

Parte 2: Cruzar Tabla máster con excel con IRPF y población

```
pd.DataFrame().to_excel(“MasterNew.xlsx”)

file_name1 = “Master”
a = pd.read_excel(f”{file_name1}.xlsx”)
#a[‘po_uuii’] = a[‘po_uuii’].astype(float)
merged = a

file_name = ‘IRPF y Habitantes’
years = [*range(2013,2019)]

for year in years:
    b = pd.read_excel(f”{file_name}.xlsx”,f’{year}’, thousands=’.’)

    b = b[b[‘Municipio’] != ‘No residentes’]
    b = b[b[f’NumHabitantes_{year}’] != ‘S.E.’]
    b = b[b[f’Renta Bruta Media_{year}’] != ‘S.E.’]
    b = b[b[f’Renta Disp Media_{year}’] != ‘S.E.’]

    b[f’NumHabitantes_{year}’] = b[f’NumHabitantes_{year}’].
    apply(lambda x: str(x).replace(“.”,””).astype(float)
    b[f’Renta Bruta Media_{year}’] = b[f’Renta Bruta Media_{year}’].
    apply(lambda x: str(x).replace(“.”,””).astype(float)
    b[f’Renta Disp Media_{year}’] = b[f’Renta Disp Media_{year}’].
    apply(lambda x: str(x).replace(“.”,””).astype(float)

    b = b[b[‘Municipio_COD’] != ‘ No residentes’]
    b = b[b[‘Municipio_COD’] != ‘No residentes ‘]
    b[‘Municipio_COD’] = b[‘Municipio_COD’].astype(int)

    merged = merged.merge(b, how=‘left’, left_on=[‘CO_MUNI_INE’],
    right_on=[‘Municipio_COD’], suffixes=(‘’, ‘_y’))
    merged.drop(labels=[‘Unnamed: 0_y’, ‘Provincia_y’, ‘Munici-
    pio_y’, ‘Municipio_COD’], axis=1, inplace=True)

    #merged[f’NumHabitantes_{year}’] = merged[f’NumHabitantes_
    {year}’] * merged[‘po_uuii’]
```

```

#merged[f'Renta Bruta Media_{year}'] = merged[f'Renta Bruta Media_{year}'] * merged['po_uuii']
#merged[f'Renta Disp Media_{year}'] = merged[f'Renta Disp Media_{year}'] * merged['po_uuii']

merged.drop(labels=['Unnamed: 0'], axis=1, inplace=True)
#merged.to_excel("MasterNew.xlsx")

```

Parte 3: Cruzar Tabla máster con Excel de Renta personal disponible media en País Vasco por Municipios

```

# https://www.eustat.eus/bancopx/spanish/id_2380/indiceRR.html
# https://www.eustat.eus/bankupx/pxweb/es/spanish/-/PX_2380_rpf_rp11s.px

file_namePV = "IFRP_PaisVasco"
pv = pd.read_excel(f"{file_namePV}.xlsx")

pv.drop([0,1], inplace=True)
header = ['Municipio','RD', 'Tot','Renta Disp Media_2013PV','Renta Disp Media_2014PV','Renta Disp Media_2015PV','Renta Disp Media_2016PV','Renta Disp Media_2017PV','Renta Disp Media_2018PV']
pv.columns = header
pv.drop(labels=['RD','Tot'], axis=1, inplace=True)

pv = pv[pv['Municipio'].notna()]
pv = pv[pv['Municipio'] != 'Source:']
pv = pv[pv['Municipio'] != 'Units:']
pv = pv[pv['Municipio'] != 'Internal reference code:']

file_master_name = "MasterNew"
file_master = pd.read_excel(f"{file_master_name}.xlsx")

merged = file_master.merge(pv, how='left', left_on=['Municipio'], right_on=['Municipio'], suffixes=('', '_y'))

#merged[f'Renta Disp Media_2013PV'] = merged[f'Renta Disp Media_2013PV'] * merged['po_uuii']
#merged[f'Renta Disp Media_2014PV'] = merged[f'Renta Disp Media_2014PV'] * merged['po_uuii']
#merged[f'Renta Disp Media_2015PV'] = merged[f'Renta Disp Media_2015PV'] * merged['po_uuii']

```

```

#merged[f'Renta Disp Media_2016PV'] = merged[f'Renta Disp Me-
dia_2016PV'] * merged['po_uuui']
#merged[f'Renta Disp Media_2017PV'] = merged[f'Renta Disp Me-
dia_2017PV'] * merged['po_uuui']
#merged[f'Renta Disp Media_2018PV'] = merged[f'Renta Disp Me-
dia_2018PV'] * merged['po_uuui']

merged.loc[pd.notna(merged['Renta Disp Media_2013PV'])] == True,
'Renta Disp Media_2013'] = merged['Renta Disp Media_2013PV']
merged.loc[pd.notna(merged['Renta Disp Media_2014PV'])] == True,
'Renta Disp Media_2014'] = merged['Renta Disp Media_2014PV']
merged.loc[pd.notna(merged['Renta Disp Media_2015PV'])] == True,
'Renta Disp Media_2015'] = merged['Renta Disp Media_2015PV']
merged.loc[pd.notna(merged['Renta Disp Media_2016PV'])] == True,
'Renta Disp Media_2016'] = merged['Renta Disp Media_2016PV']
merged.loc[pd.notna(merged['Renta Disp Media_2017PV'])] == True,
'Renta Disp Media_2017'] = merged['Renta Disp Media_2017PV']
merged.loc[pd.notna(merged['Renta Disp Media_2018PV'])] == True,
'Renta Disp Media_2018'] = merged['Renta Disp Media_2018PV']

merged.drop(labels=['Unnamed: 0', 'Renta Disp Media_2013PV', 'Ren-
ta Disp Media_2014PV', 'Renta Disp Media_2015PV', 'Renta Disp Me-
dia_2016PV', 'Renta Disp Media_2017PV', 'Renta Disp Media_2018PV'],
axis=1, inplace=True)
#merged.to_excel("Master.xlsx")

```

Parte 4: Cruzar Tabla máster Eon excel de Renta personal disponible media en Navarra por Municipios

```

#https://administracionelectronica.navarra.es/GN.InstitutoEstadisti-
ca.Web/InformacionEstadistica.aspx?R=1&E=3 > Sociedad > Condiciones
de vida > Estadística de la Renta > Municipios

years = [*range(14,19)]
merge_nv = pd.DataFrame()

for oneyear in years:
    try:
        file_name_nv = f"soc_condivida_renta{oneyear}_municipios_ien"
        nv = pd.read_excel(f"./IRPF_Navarra/{file_name_nv}.xls")
    except:
        file_name_nv = f"soc_condivida_renta{oneyear}_municipios_nas-
tat"

```

```

nv = pd.read_excel(f"./IRPF_Navarra/{file_name_nv}.xls")

try:
    headers = ['in', 'Municipio', 'Subarea', f'Renta Disp Me-
dia_20{oneyear}NV', 'a', 'b', 'c', 'd']
    nv.columns = headers
    nv.drop(labels=['in', 'Subarea', 'a', 'b', 'c', 'd'], axis=1,
inplace=True)
    nv.drop([0,1,2,3,4,5,6], inplace=True)
except:
    try:
        headers = ['in', 'Municipio', 'Subarea', f'Renta Disp Me-
dia_20{oneyear}NV', 'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l', 'm']
        nv.columns = headers
        nv.drop(labels=['in', 'Subarea', 'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'g', '
h', 'i', 'j', 'k', 'l', 'm'], axis=1, inplace=True)
        nv.drop([0,1,2,3,4,5,6,7], inplace=True)
    except:
        headers = ['in', 'Municipio', 'Subarea', f'Renta Disp Me-
dia_20{oneyear}NV', 'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l', 'm', '
n', 'o', 'p']
        nv.columns = headers
        nv.drop(labels=['in', 'Subarea', 'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'g', '
h', 'i', 'j', 'k', 'l', 'm', 'n', 'o', 'p'], axis=1, inplace=True)
        if oneyear == 17:
            nv.drop([0,1,2,3,4,5,6,7], inplace=True)
        elif oneyear == 18:
            nv.drop([0,1,2,3,4,5,6,7,8], inplace=True)

nv = nv[nv['Municipio'].notna()]
nv['Municipio'] = nv['Municipio'].str.replace("< > ", "/")
nv['Municipio'] = nv['Municipio'].str.replace(r" \(\*\)", "")

if oneyear == 14:
    merge_nv = nv
else:
    merge_nv = merge_nv.merge(nv, how='left', left_on=['Munici-
pio'], right_on=['Municipio'], suffixes=('', '_y'))

n_rows = merge_nv.shape[0]
row = [*range(0,n_rows)]
for i in row:
    municipio = merge_nv.loc[i][0]
    if municipio == 'Allín':
        merge_nv.loc[i][0] = 'Allín/Allin'

```

```

if municipio == 'Abárzuza':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Abárzuza/Abartzuza'
if municipio == 'Ancín':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Ancín/Antzin'
if municipio == 'Los Arcos ':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Arcos (Los)'
if municipio == 'Ayegui':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Ayegui/Aiegi'
if municipio == 'Noáin (Valle de Elorz//Noain (Elortzibar)':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Noáin (Valle de Elorz)/Noain (Elortzi-
bar)'
if municipio == 'Bera/Vera de Bidasoa':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Bera'
if municipio == 'Berrioplano':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Berrioplano/Berriobeiti'
if municipio == 'Ciriza':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Ciriza/Ziritza'
if municipio == 'Cirauqui':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Cirauqui/Zirauki'
if municipio == 'Etxarri-Aranatz':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Etxarri Aranatz'
if municipio == 'Enériz':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Enériz/Eneritz'
if municipio == 'Uharte-Arakil':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Uharte Arakil'
if municipio == 'Iza':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Iza/Itza'
if municipio == 'Navascués':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Navascués/Nabaskoze'
if municipio == 'Ochagavía':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Ochagavía/Otsagabia'
if municipio == 'Ochagavía':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Ochagavía/Otsagabia'
if municipio == 'Orbaitzeta':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Orbaizeta'
if municipio == 'Oroz-Betelu':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Oroz-Betelu/Orotz-Betelu'
if municipio == 'Salinas de Oro':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Salinas de Oro/Jaitz'
if municipio == 'Unzué':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Unzué/Untzue'
if municipio == 'Urraúl Bajo':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Urraul Bajo'
if municipio == 'Zabalza':
    merge_nv.loc[i][0] = 'Zabalza/Zabaltza'

```

```

master_name_nv = "Cobertura 2013-2020_ESP_100-2500hab 180121 Total
Niveles Zonas RelESMuni Trad_Muni_Esp AflSS IRPF_conPV Habitantes"
file_master_nv = pd.read_excel(f"{master_name_nv}.xlsx")

merged_nv_final = file_master_nv.merge(merge_nv, how='left', left_
on=['Municipio'], right_on=['Municipio'], suffixes=('', '_y'))

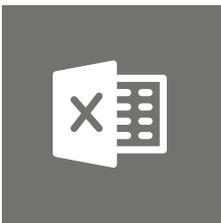
merged_nv_final.loc[pd.notna(merged_nv_final['Renta Disp Me-
dia_2014NV']) == True, 'Renta Disp Media_2014'] = merged_nv_fi-
nal['Renta Disp Media_2014NV']
merged_nv_final.loc[pd.notna(merged_nv_final['Renta Disp Me-
dia_2015NV']) == True, 'Renta Disp Media_2015'] = merged_nv_fi-
nal['Renta Disp Media_2015NV']
merged_nv_final.loc[pd.notna(merged_nv_final['Renta Disp Me-
dia_2016NV']) == True, 'Renta Disp Media_2016'] = merged_nv_fi-
nal['Renta Disp Media_2016NV']
merged_nv_final.loc[pd.notna(merged_nv_final['Renta Disp Me-
dia_2017NV']) == True, 'Renta Disp Media_2017'] = merged_nv_fi-
nal['Renta Disp Media_2017NV']
merged_nv_final.loc[pd.notna(merged_nv_final['Renta Disp Me-
dia_2018NV']) == True, 'Renta Disp Media_2018'] = merged_nv_fi-
nal['Renta Disp Media_2018NV']

merged_nv_final.drop(labels=['Unnamed: 0', 'Renta Disp Me-
dia_2014NV', 'Renta Disp Media_2015NV', 'Renta Disp Me-
dia_2016NV', 'Renta Disp Media_2017NV', 'Renta Disp Media_2018NV',
'NumHabitantes_2013', 'NumHabitantes_2014', 'NumHabitantes_
2015', 'NumHabitantes_2016', 'NumHabitantes_2017', 'NumHabitantes_
2018'], axis=1, inplace=True)
#merged_nv_final.to_excel("Master.xlsx")

```

8. Distancia a colegios de primaria, secundaria y guarderías

Referencia del documento de entrada



Distancias

https://drive.google.com/file/d/1KQ_QIHobqp09L1Uxrb7gtHMptjN00Xq/view?usp=sharing

El listado de colegios se obtuvo de: <https://www.educacion.gob.es/centros/buscar.do>

Sobre el listado y con elaboración propia, las coordenadas de los centros educativos se han geolocalizado a partir de las direcciones, usando el paquete `tidygeocoder`⁹⁹.

Tratamiento

8.1 Ejemplo extracción coordenadas de lista de centros educativos

```
library(RCurl)
library(RJSONIO)
library(plyr)
```

Distancia a colegio más cercano

```
install.packages("httr")
require("httr")
install.packages("jsonlite")
require("jsonlite")

# Cargar tabla con coordenadas todos municipios España
estaciones_table <- read_xls("Listado Completo Centros Educativos.
xls")

base <- "https://maps.google.com"
endpoint <- "/maps/api/geocode/json"
key <- ""
location <- ""
location = gsub("\\s", "+", location)

call1 <- paste("https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?a-
ddress=", location, "&key=", sep="")

get_geocode <- GET(call1)

#Deserializing The API's Response

get_geocode_text <- content(get_geocode, "text")
get_geocode_json <- fromJSON(get_geocode_text, flatten = TRUE)
```

⁹⁹ Jesse Cambon, Diego Hernangómez, Christopher Belanger, Daniel Possenriede (2021). `tidygeocoder`: Geocoding Made Easy. R package version 1.0.3. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/>.

```
get_geocode_df <- as.data.frame(get_geocode_json)

get_geocode_df$"results.geometry.location.lng"
get_geocode_df$"results.geometry.location.lat"
```

8.2 Ejemplo distancia mínima de Entidad Singular a centros educativos

```
library(readxl)
library(dplyr)
library(xlsx)
library(biganalytics)
library(data.table)
require(openxlsx)
```

Distancia a Instituto a ESO más cercano

```
# Cargar excel con coordenadas todos municipios España

eso_institutos_table <- read.csv(file="./ESO_con_coords.csv",encoding='latin1',sep = ';')
master_table <- read_xlsx("RELACION ENTIDADES Y MUNICIPIOS.xlsx")

master_table_max2500_eso <-
  master_table %>%
  filter(POBLACION < 3101)

# cruce todas distancias
matrix_distances_eso <- distm(master_table_max2500_eso[9:10],eso_in-
  situtos_table[12:11],fun = distGeo)
matrix_distances_eso[is.na(matrix_distances_eso)] <- 9999999

# distancia minima
master_table_max2500_eso_fin <- master_table_max2500_eso
master_table_max2500_eso_fin[["distancia_instituto_eso"]] <-apply(ma-
  trix_distances_eso,1,FUN=min)

#write.xlsx(master_table_max2500_eso_fin, file = "matrix_dist_muni_
  esoinstitutos.xlsx")
```

8.3 Cruce distancia mínima de Entidad Singular a centros educativos

Distancia a centros educativos

VARIABLES: Distancia mínima a centros educativos

```
import pandas as pd
import csv
import tabula
import xlrd

master = pd.read_excel("Master.xlsx")

dist_col_eso = pd.read_excel("matrix_dist_muni_esoinstitutos.xlsx")

merged = master.merge(dist_col_eso, how='left', left_on=['Código
ESP'], right_on=['CODIGOINE'], suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)

#merged.to_excel("Master.xlsx")

dist_col_infantil = pd.read_excel("matrix_dist_muni_colegiosprima-
ria.xlsx")
merged = merged.merge(dist_col_infantil, how='left', left_on=['Có-
digo ESP'], right_on=['CODIGOINE'], suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)

#merged.to_excel("Master.xlsx")
```

9. Distancia mínima a hospital

Referencia del documento de entrada

El listado de hospitales, se ha obtenido de:

<https://www.msccbs.gob.es/ciudadanos/prestaciones/centrosServiciosSNS/hospitales/home.htm>

Las coordenadas de los hospitales también se han geolocalizado usando el mismo paquete que en el apartado previo tidygeocoder.

Tratamiento

9.1. Ejemplo extracción coordenadas de lista de hospitales

Similar a 8.1

9.2. Ejemplo distancia mínima de Entidad Singular a hospitales

Similar a 8.2

9.3. Cruce distancia mínima de Entidad Singular a hospitales

Coordenadas Varias

Variables: Distancia

```
import pandas as pd
import time
import os
import csv
import tabula
import xlrd

master_name = "Master"
master = pd.read_excel(f"{master_name}.xlsx", sheet_name="Master")

#### dist_muni_hosp
dist_muni_hosp_name = "matrix_dist_muni_hospitales"
dist_muni_hosp = pd.read_excel(f"{dist_muni_hosp_name}.xlsx")

merged = merged.merge(dist_muni_hosp, how='left', left_on=['Código
ESP'], right_on=['CODIGOINE'], suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)
#merged.to_excel("Master.xlsx")
```

10. Distancia mínima a estación ferroviaria

Referencia del documento de entrada

Las estaciones ferroviarias de RENFE se han extraído de:

<https://data.renfe.com/>

Tratamiento

10.1 Ejemplo extracción coordenadas de lista de estaciones ferroviarias

Similar a 8.1

10.2 Ejemplo distancia mínima de Entidad Singular a estación ferroviaria Similar a 8.2

10.3. Cruce distancia mínima de Entidad Singular a estaciones ferroviarias

Coordenadas Varias

Variables: Distancia

```
import pandas as pd
import time
import os
import csv
import tabula
import xlrd

master_name = "Master"
master = pd.read_excel(f"{master_name}.xlsx", sheet_name="Master")

##### dist_muni_estacion
dist_muni_estacion_name = "matrix_dist_muni_estaciones"
dist_muni_estacion = pd.read_excel(f"{dist_muni_estacion_name}.xlsx")

merged = merged.merge(dist_muni_estacion, how='left', left_on=['Código ESP'], right_on=['CODIGOINE'], suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1, inplace=True)
merged.drop(labels=['Unnamed: 0', 'CODIGOINE', 'NOMBRE', 'COD_PROV', 'PROVINCIA'], axis=1, inplace=True)
#merged.to_excel("Master.xlsx")
```

11. Distancia mínima a municipio con mas de 10.000 habitantes

Referencia del documento de entrada

Ficheros anteriores en flujo

Tratamiento

11.1 Cálculo distancia mínima a municipio con mas de 10.000 habitantes

```
library(geosphere)
library(readxl)
library(dplyr)
library(xlsx)
library(biganalytics)
library(data.table)
require(openxlsx)
```

Distancia a municipio > 10k habitantes más cercano

```
# Cargar excel con coordenadas todos municipios España

master_table <- read_xlsx("RELACION ENTIDADES y MUNICIPIOS.xlsx")

# municipios > 2500 habitantes
master_table_max2500 <-
  master_table %>%
  filter(POBLACION < 2501)

# municipios < 10k habitantes
master_table_min10000 <-
  master_table %>%
  filter(POBLACION > 10000)

# cruce todas distancias
matrix_distances <- distm(master_table_max2500[9:10], master_table_
min10000[9:10], fun = distGeo)

# guardar
#write.xlsx(matrix_distances, file = "matrix_dist_muni_2500_10k.
xlsx", col.names = TRUE, row.names = TRUE, append = FALSE)

# distancia minima
matrix_big <- as.big.matrix(matrix_distances)
master_table_max2500_fin <- master_table_max2500
master_table_max2500_fin[["distancia_10k"]] <- apply(matrix_distan-
ces, 1, FUN=min)
#write.xlsx(master_table_max2500_fin, file = "matrix_dist_mu-
ni_2500_10k.xlsx")

## BUCLE
```

```

for (row in 1:nrow(master_table_max2500)) {
  distancemin = 0

  for (rowbig in 1:nrow(master_table_min10000)) {

    p1_long = master_table_max2500$"LONGITUD_ETRS89"[row]
    p2_long = master_table_min10000$"LONGITUD_ETRS89"[rowbig]

    p1_lat = master_table_max2500$"LATITUD_ETRS89"[row]
    p2_lat = master_table_min10000$"LATITUD_ETRS89"[rowbig]

    df <- data.frame(long = c(p1_long,p2_long), lat = c(p1_lat,p2_
lat))
    distance <- distGeo(df[1,], df[2,])

    if(distance < distancemin || rowbig == 1) {
      distancemin = distance
      muni = master_table_min10000[rowbig,]
    }
  }
  master_table_max2500[row,'distance'] <- distancemin
  master_table_max2500[row,'distance_otromuni'] <- muni['CODIGOINE']
}

```

11.2. Cruce distancia mínima de Entidad Singular a Municipio con más de 10.000 habitantes

Coordenadas Varias

Variables: Distancia

```

import pandas as pd
import time
import os
import csv
import tabula
import xlrd

master_name = "Master"
master = pd.read_excel(f"{master_name}.xlsx", sheet_name="Master")

##### dist_muni_10k
dist_muni_10k_name = "matrix_dist_muni_2500_10k"
dist_muni_10k = pd.read_excel(f"{dist_muni_10k_name}.xlsx")

```

```
merged = master.merge(dist_muni_10k, how='left', left_on=['Código
ESP'], right_on=['CODIGOINE'], suffixes=('', '_y'))
merged.drop(merged.filter(regex='_y$').columns.tolist(),axis=1,
inplace=True)
#merged.to_excel("Master.xlsx")
```

12. Preparación para modelo Random Forest

```
library(tidyverse)
library(janitor)
library(readxl)
library(xlsx)
library(ggribes)
library(data.table)
library(readr)
library(grf)
library(forcats)
library(iml)
library(ggalt)
library(showtext)
font_add_google(name = "Oswald", family = "Oswald")
showtext_auto()
```

Funciones

segmenta_entidades

■ Función para segmentar a las entidades de población

■ Supuestos:

- en 2013 deben tener ≤ 2.000 hab
- para que sea 30 Mb debe ser el 100%
- para que sea 100 Mb debe ser el 70% y 80% (probar ambos umbrales)
- el grupo de control no debe sobrepasar un umbral máximo del 40% en ninguna cobertura


```

TRUE ~ "Descartada (no alcanza umbrales)"
),
fecha_intervencion = case_when(habitantes >= umbral_hab ~ NA_real_,
                                !is.na(year_100) ~ year_100,
                                !is.na(year_30) ~ year_30,
                                !is.na(control) ~ NA_real_,
                                TRUE ~ NA_real_
) -> datos_sin_habitantes_grupo

# Dividimos el grupo de 100 Mb respecto a su situación 1 años antes de intervención
datos_sin_habitantes_grupo %>%
  filter(str_detect(grupo, "100")) %>%
  select(codigo_esp, fecha_intervencion) %>%
  inner_join(datos_long, by = "codigo_esp") %>%
  filter(cobertura == 100, year == fecha_intervencion - 1) %>%
  filter(penetration == 0) %>%
  mutate(ingrupo100A = 1) %>%
  select(codigo_esp, ingrupo100A) -> grupo100A

datos_sin_habitantes_grupo %>%
  left_join(grupo100A, by = "codigo_esp") %>%
  mutate(grupo = case_when(
    str_detect(grupo, "100") & ingrupo100A == 1 ~ paste0(grupo, " - A"),
    str_detect(grupo, "100") ~ paste0(grupo, " - B"),
    TRUE ~ grupo
  )) %>% select(-ingrupo100A) -> datos_sin_habitantes_grupo

datos_sin_habitantes_grupo %>%
  filter(str_detect(grupo, "Descartada", negate = TRUE)) -> esps_filtradas

esps_filtradas %>%
  mutate(habitantes_grupo = cut(habitantes,
                                breaks=c(quantile(esps_filtradas$habitantes,
                                                    probs = seq(0,
1, by=1/6),
                                                    right = TRUE)),
                                include.lowest = TRUE)) %>%
  select(codigo_esp, habitantes_grupo) -> datos_habitantes_grupo

# Incluimos la cobertura de 2020 para descartar
# entidades de control que superan el umbral_cont en 2020
datos_sin_habitantes_grupo %>%

```

```

left_join(datos_habitantes_grupo, by = "codigo_esp") %>%
left_join(datos_2020, by = "codigo_esp") %>%
mutate(grupo = case_when(
  grupo == "control" & percent_cob_ftth_cob_2020 > umbral_max_
control ~ "Descartada (supera umbral de control en 2020)",
  TRUE ~ grupo
))
}

```

Segmentación base de las entidades singulares

Lectura de datos

Datos de 2013 a 2019

```

datos_2013_2019 <- read_excel("Cobertura BA Espana 2013-2019_ES-
P_100-2500hab 160121 Total.xlsx", sheet = "ES", na = "N.D.") %>%
clean_names() %>%
mutate(zona_cable = str_detect(comunidad_autonoma, "Vasco|Gali-
cia|Cantabria|Navarra|Asturias"))

```

Lectura de datos

Datos de 2020

```

datos_2020 <- read_excel("20210226_Evolución de cobertura FTTH por
ESP.xlsx",
                        sheet = "Datos") %>%
clean_names() %>%
select(codigo_esp, percent_cob_ftth_cob_2020)

```

Segmentación

```

umbral_max_control <- 0.4

segmenta_entidades(datos = datos_2013_2019,
                  datos2 = datos_2020,
                  filtra_cable = FALSE,
                  umbral_hab = 2000,
                  umbral_30m = 1,
                  umbral_100m = .8,
                  umbral_cont = umbral_max_control) -> tabla_base

```

Leemos los datos socioeconómicos creados previamente

```

datasoci_dist <- readRDS("datos_socioeconomicos3_b.RDS") %>%
  mutate(codigo_esp = str_pad(codigo_esp,
                              width = 11,
                              pad = "0",
                              side = "left"))

datasoci_evol <- readRDS("datos_socioeconomicos3_c.RDS") %>%
  mutate(codigo_esp = str_pad(codigo_esp,
                              width = 11,
                              pad = "0",
                              side = "left"))

```

Nos creamos un kpi artificial

```

datasoci_evol %>%
  mutate(kpi = "total") %>%
  group_by(codigo_esp, kpi, year) %>%
  summarise(valor = sum(valor), .groups = 'drop') %>%
  bind_rows(datasoci_evol) -> datasoci_evol

```

13. Modelo Random Forest

prepara_entidades_soci

Función para preparar el dataset para el análisis

```

prepara_entidades_soci <- function(tabla_base_df, y, tratamiento,
                                   antes, despues){

  independientes <- c("poafilssretautomono",
                    "poafilsttotal",
                    "poblaciontotal",
                    "poedad044",
                    "poparoagriculturadic",
                    "poparoconstrucciondic",
                    "poparoserviciosdic",
                    "poparototaldic")

  # Sacamos la distribucion de fechas del colectivo tratado
  tabla_base_df %>%
    filter(str_detect(grupo, tratamiento)) %>%

```

```

inner_join(datasoci_evol, by = c("codigo_esp")) %>%
filter(kpi == y &
      (year == fecha_intervencion - antes |
       year == fecha_intervencion + despues)) %>%
mutate(periodo = ifelse(fecha_intervencion > year, "a", "d")) %>%
dplyr::select(codigo_esp, fecha_intervencion, periodo, valor) %>%
pivot_wider(id_cols = c("codigo_esp", "fecha_intervencion"),
            names_from = periodo,
            values_from = valor) %>%
na.omit() %>%
group_by(fecha_intervencion) %>%
summarise(casos = n()) -> fechas_validas_tratadas

tabla_base_df %>%
  filter(grupo == "control") %>%
  mutate(fecha_intervencion = sample(x = fechas_validas_tratadas %>%
                                     pull(fecha_intervencion)
                                     size = nrow(.),
                                     replace = TRUE,
                                     prob = fechas_validas_tratadas %>%
                                     pull(casos) %>% c(0))) %>%
dplyr::select(codigo_esp, habitantes, grupo, fecha_intervencion,
              comunidad_autonoma) %>%
bind_rows(tabla_base_df %>%
          filter(str_detect(grupo, tratamiento)) %>%
          select(codigo_esp,
                 habitantes,
                 grupo,
                 fecha_intervencion,
                 comunidad_autonoma)) -> tabla_entidades_tratadas_control

tabla_entidades_tratadas_control %>%
  group_by(grupo) %>% summarise(casos = n())

tabla_entidades_tratadas_control %>%
  # filter(str_detect(grupo, tratamiento)) %>%
  inner_join(datasoci_evol, by = c("codigo_esp")) %>%
  filter(kpi == y &
        (year == fecha_intervencion - antes |
         year == fecha_intervencion + despues)) %>%
  mutate(periodo = ifelse(fecha_intervencion > year, "a", "d")) %>%
  dplyr::select(codigo_esp, grupo, periodo, valor) %>%

```

```

pivot_wider(id_cols = c("codigo_esp", "grupo"),
            names_from = periodo,
            values_from = valor) %>%
mutate(Y = (d - a) / a) %>%
dplyr::select(codigo_esp, grupo, Y, a) -> dataY

tabla_entidades_tratadas_control %>%
  inner_join(datasoci_evol, by = c("codigo_esp")) %>%
  filter(year == fecha_intervencion - antes) %>%
  filter(kpi %in% independientes) %>%
  dplyr::select(-habitantes, -fecha_intervencion, -year) %>%
  pivot_wider(id_cols = c("codigo_esp", "grupo", "comunidad_autonoma"),
            names_from = kpi,
            values_from = valor) -> dataX1

tabla_entidades_tratadas_control %>%
  inner_join(datasoci_dist, by = "codigo_esp") %>%
  dplyr::select(codigo_esp, grupo, distancia_10k,
            distancia_hospital, distancia_estacion,
            distancia_instituto_eso, distancia_colegio_primaria,
            distancia_centro_educativo) -> dataX2

data <- dataY %>%
  inner_join(dataX1, by = c("codigo_esp", "grupo")) %>%
  inner_join(dataX2, by = c("codigo_esp", "grupo")) %>%
  mutate(Z = ifelse(str_detect(grupo, "control"), 0, 1)) %>%
  dplyr::select(-grupo)

## Factorizamos la comunidad autonoma
data$comunidad_autonoma = factor(data$comunidad_autonoma)

data %>% na.omit() -> data
return(data)
}

```

segmenta_entidades

- Variables dependientes:
 - Población total
 - Afiliaciones a la Seguridad Social
 - Paro total
 - Renta per cápita

■ Variables independientes:

- Comunidad Autónoma
- Menor distancia a municipio de > 10.000 hab.
- Población Total y por tramo de edad
- Menor distancia a colegio
- Menor distancia a hospitales
- Menor distancia a estación de tren
- Tasa de Paro
- Afiliación a la seguridad social por sector
- Renta

```

ys <- c("poblaciontotal",
        "afilsstotal",
        "poparototaldic",
        "rentadispmmedia")

tratamientos <- c("100", "30")
periodos <- c(2)

experimentos <- expand.grid(y = ys,
                            tratamiento = tratamientos,
                            periodo = periodos,
                            stringsAsFactors = FALSE)

for (i in 1:nrow(experimentos)){

  y <- experimentos[i, "y"]
  tratamiento <- experimentos[i, "tratamiento"]
  antes <- experimentos[i, "periodo"]
  despues <- antes

  data <- prepara_entidades_soci(tabla_base, y, tratamiento, antes,
  despues)

  # FILTRADO DE OUTLIERS
  data %>%
    filter(between(Y,
                   mean(Y, na.rm=TRUE) - (4 * sd(Y, na.rm=TRUE)),
                   mean(Y, na.rm=TRUE) + (4 * sd(Y, na.rm=TRUE))))

-> data

  # CAUSAL FOREST
  comunidad_autonoma <- data %>% pull(comunidad_autonoma) %>% as.nu-
  meric
  DF <- data %>% select(-comunidad_autonoma)
  W <- DF %>% pull(Z) # Tratamiento

```

```

Y <- DF %>% pull(Y) # Outcome
X <- DF %>% select(-Z, -Y, -codigo_esp) #

# Regresión sobre el outcome
Y.forest <- regression_forest(X, Y, clusters = comunidad_autonoma)
Y.hat <- predict(Y.forest)$predictions

# Propensity Score
W.forest <- regression_forest(X,
                             W,
                             clusters = comunidad_autonoma,
                             min.node.size = 100)

# Pronósticos
W.hat <- predict(W.forest)$predictions

# Entrenamiento del Causal Forest
cf.raw <- causal_forest(X,
                       Y,
                       W,
                       Y.hat = Y.hat,
                       W.hat = W.hat,
                       clusters = comunidad_autonoma)

# Cálculo del ATE
ATE <- average_treatment_effect(cf.raw)

# Guardamos modelo y datasets
name <- paste0(paste(y, tratamiento, antes, despues, sep = "_"),".
RDS")
saveRDS(cf.raw, paste0("cf.raw_",name))
saveRDS(X, paste0("X_",name))
saveRDS(Y, paste0("Y_",name))

}

```

Leemos los modelos definitivos y sacamos el ATE + CI

```

ys <- c("poblaciontotal",
        "afilsstotal",
        "poparototaldic",
        "rentadispmedia")
tratamientos <- c("100", "30")

```

```

periodos <- c(2)

experimentos <- expand.grid(y = ys,
                           tratamiento = tratamientos,
                           periodo = periodos,
                           stringsAsFactors = FALSE)

```

Leemos los resultados, calculamos el ATE y los intervalos al 90%

```

resultados <- data.frame() # Inicialización

for (i in 1:nrow(experimentos)){

  y <- experimentos[i, "y"]
  tratamiento <- experimentos[i, "tratamiento"]
  antes <- experimentos[i, "periodo"]
  despues <- antes

  name <- paste0(paste(y, tratamiento, antes, despues, sep = "_"),".
RDS")

  cf.raw <- readRDS(paste0("cf.raw_",name))
  X <- readRDS(paste0("X_",name))
  Y <- readRDS(paste0("Y_",name))

  ATE <- average_treatment_effect(cf.raw)

  tibble(y = experimentos[i, "y"],
         tratamiento = experimentos[i, "tratamiento"],
         antes = experimentos[i, "periodo"],
         despues = antes,
         ate = ATE[1],
         std = ATE[2],
         ci = round ( qnorm (0.95) * ATE[2], 3)
  ) %>% bind_rows(resultados) -> resultados
}

```

Calculamos los limites de los intervalos

```

resultados %>%
  mutate(linf = ate - ci,
         lsup = ate + ci) %>%
  arrange(y, tratamiento) %>%
  mutate(tratamiento = paste0(tratamiento, " Mb")) -> resultados

```

14. Visualización

Incorporamos unas líneas artificiales al tibble por cuestiones estéticas (no salen en el gráfico)

```
resultados %>%
  add_row(y = "afilsstotal", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "afilsstotal", tratamiento = "00") %>%
  add_row(y = "poblaciontotal", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "poparototaldic", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "rentadispmedia", tratamiento = "Nulo") -> resultados2
```

Creamos el gráfico

```
ggplot(resultados2, aes(x=paste(y, tratamiento, sep = " - "),
                        y=ate, ymin=linf, ymax=lsup))+
  geom_hline(yintercept = 0, linetype=1) +
  geom_vline(aes(xintercept = "afilsstotal - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_vline(aes(xintercept = "poblaciontotal - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_vline(aes(xintercept = "poparototaldic - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_vline(aes(xintercept = "rentadispmedia - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_linerange(colour='gray85', size = 3, alpha = 0.8)+
  geom_point(aes(colour = tratamiento), size = 10)+
  scale_x_discrete(expand = c(0,0)) +
  scale_y_continuous(limits = c(-0.025, 0.075), labels=scales::percent) +
  scale_colour_manual(values = c("yellow", "#142680", "#E7365D", "black"),
                      breaks = c("30 Mb", "100 Mb" ),
                      name = "") +

  coord_flip()+
  labs(x = "",
       y = "Average Treatment Effect (ATE)",
       title = "Despliegue de cobertura de 100 Mb y 30 Mb",
       subtitle = "Impacto estimado en entidades singulares de población de 100 a 2.000 habs.",
       caption = "Intervalos de confianza del 90% para las estimaciones") +
  theme_classic() +
  annotate("text", x="afilsstotal - 30 Mb", y=0.0725, size = 12, family="Oswald", label="Afiliações a la Seguridad Social", hjust=1,
```

```
vjust=-1) +
  annotate("text", x="poblaciontotal - 30 Mb", y=0.0725, size = 12,
family="Oswald", label="Población Total", vjust=-1.3,hjust=1 ) +
  annotate("text", x="poparototaldic - 30 Mb", y=0.0725, size =
12,family="Oswald", label="Tasa de Paro", vjust=-1.3,hjust=1 ) +
  annotate("text", x="rentadispmedia - 30 Mb", y=0.0725, size =
12,family="Oswald", label="Renta Disponible", vjust=-1.3,hjust=1 ) +
  theme(
    panel.border = element_rect(colour = "black", fill=NA),
    legend.text = element_text(size = 30, family = "Oswald"),
    axis.text.y=element_blank(),
    axis.ticks.y=element_blank(),
    legend.position = "bottom",
    legend.justification='right',
    legend.direction='horizontal',
    panel.grid.major.x = element_line(colour="gray85"),
    axis.title = element_text(size = 40, family = "Oswald"),
    axis.text = element_text(size = 32, family = "Oswald"),
    plot.title = element_text(face = "bold", size = 80, family =
"Oswald"),
    plot.caption = element_text(size = 30, family = "Oswald"),
    plot.subtitle = element_text(size = 48, family = "Oswald")) +
  guides(color = guide_legend(override.aes = list(size=5))) -> plot
```

Guardamos el resultado

```
ggsave("resultados_p1.png", height = 6, width = 9)
```

15. Preparación para modelo Random Forest

```
library(tidyverse)
library(janitor)
library(readxl)
library(xlsx)
library(ggribes)
library(data.table)
library(readr)
library(grf)
library(forcats)
library(iml)
library(showtext)
font_add_google(name = "Oswald", family = "Oswald")
showtext_auto()
```

Funciones

segmenta_entidades

■ Función para segmentar a las entidades de población

■ Supuestos:

- en 2013 deben tener ≤ 2000 hab
- para que sea 30 Mb debe ser el 100%
- para que sea 100 Mb debe ser el 70% y 80% (probar ambos umbrales)
- el grupo de control no debe sobrepasar un umbral máximo del 40% en ninguna cobertura

```
segmenta_entidades <- function(datos,
                               datos2,
                               filtra_cable,
                               umbral_hab,
                               umbral_30m,
                               umbral_100m,
                               umbral_cont){

  datos %>%
    pivot_longer(cols = starts_with("cob"),
                 names_to = "cobertura_year",
                 values_to = "penetration") %>%
    mutate(cobertura_year = str_remove_all(cobertura_year,
                                           pattern = "cob_|mbps")) %>%
    separate(cobertura_year, c("cobertura", "year"), "_") %>%
    mutate_at(c("cobertura", "year"), as.numeric) -> datos_long

  datos_long %>%
    filter(cobertura == 30, penetration >= umbral_30m) %>%
    group_by(codigo_esp) %>%
    summarise(year_30 = min(year), .groups = 'drop') -> grupo_30_crudo

  datos_long %>%
    filter(cobertura == 100, penetration >= umbral_100m) %>%
    group_by(codigo_esp) %>%
    summarise(year_100 = min(year), .groups = 'drop') -> grupo_100_crudo

  distinct(datos_long, codigo_esp) %>%
    anti_join(datos_long %>%
              filter(penetration >= umbral_cont)%>%
              distinct(codigo_esp), by = "codigo_esp") %>%
    mutate(control = 1) -> control_crudo

  # Tabla con La segmentacion
  datos %>%
```

```

select(codigo_esp, comunidad_autonoma, habitantes, zona_cable) %>%
left_join(grupo_30_crudo, by = "codigo_esp") %>%
left_join(grupo_100_crudo, by = "codigo_esp") %>%
left_join(control_crudo, by = "codigo_esp") %>%
mutate(grupo = case_when(filtra_cable & zona_cable ~ "Descartada
(zona cable)",
                          habitantes >= umbral_hab ~ paste0("Des-
cartada (+ ",umbral_hab," hab.)"),
                          !is.na(year_100) ~ "100 Mb",
                          !is.na(year_30) ~ "30 Mb",
                          !is.na(control) ~ "control",
                          TRUE ~ "Descartada (no alcanza umbrales)"
),
fecha_intervencion = case_when(habitantes >= umbral_hab ~ NA_real_,
                                !is.na(year_100) ~ year_100,
                                !is.na(year_30) ~ year_30,
                                !is.na(control) ~ NA_real_,
                                TRUE ~ NA_real_
)) -> datos_sin_habitantes_grupo

# Dividimos el grupo de 100 Mb respecto a su situacion 1 anos an-
tes de intervencion
datos_sin_habitantes_grupo %>%
  filter(str_detect(grupo, "100")) %>%
  select(codigo_esp, fecha_intervencion) %>%
  inner_join(datos_long, by = "codigo_esp") %>%
  filter(cobertura == 100, year == fecha_intervencion - 1) %>%
  filter(penetration == 0) %>%
  mutate(ingrupo100A = 1) %>%
  select(codigo_esp, ingrupo100A) -> grupo100A

datos_sin_habitantes_grupo %>%
  left_join(grupo100A, by = "codigo_esp") %>%
  mutate(grupo = case_when(
    str_detect(grupo, "100") & ingrupo100A == 1 ~ paste0(grupo, " - A"),
    str_detect(grupo, "100") ~ paste0(grupo, " - B"),
    TRUE ~ grupo
  )) %>% select(-ingrupo100A) -> datos_sin_habitantes_grupo

datos_sin_habitantes_grupo %>%
  filter(str_detect(grupo, "Descartada", negate = TRUE)) -> esps_fi-
tradas

esps_filtradas %>%

```

```

mutate(habitantes_grupo = cut(habitantes,
                             breaks=c(quantile(esps_filtradas$ha-
bitantes,
1, by=1/6),
                             probs = seq(0,
right = TRUE)),
include.lowest = TRUE)) %>%
select(codigo_esp, habitantes_grupo) -> datos_habitantes_grupo

# Incluimos la cobertura de 2020 para descartar
# entidades de control que superan el umbral_cont en 2020
datos_sin_habitantes_grupo %>%
  left_join(datos_habitantes_grupo, by = "codigo_esp") %>%
  left_join(datos_2020, by = "codigo_esp") %>%
  mutate(grupo = case_when(
    grupo == "control" & percent_cob_ftth_cob_2020 > umbral_max_
control ~ "Descartada (supera umbral de control en 2020)",
    TRUE ~ grupo
  ))
}

```

Segmentación base de las entidades singulares

Lectura de datos

Datos de 2013 a 2019

```

datos_2013_2019 <- read_excel("Cobertura BA Espana 2013-2019_ES-
P_100-2500hab 160121 Total.xlsx", sheet = "ES", na = "N.D.") %>%
  clean_names() %>%
  mutate(zona_cable = str_detect(comunidad_autonoma, "Vasco|Gali-
cia|Cantabria|Navarra|Asturias"))

```

Lectura de datos

Datos de 2020

```

datos_2020 <- read_excel("20210226_Evolución de cobertura FTTH por
ESP.xlsx",
                          sheet = "Datos") %>%
  clean_names() %>%
  select(codigo_esp, percent_cob_ftth_cob_2020)

```

Segmentación

```

umbral_max_control <- 0.4

segmenta_entidades(datos = datos_2013_2019,
                  datos2 = datos_2020,
                  filtra_cable = FALSE,
                  umbral_hab = 2000,
                  umbral_30m = 1,
                  umbral_100m = .8,
                  umbral_cont = umbral_max_control) -> tabla_base

```

Leemos los datos socioeconómicos creados previamente

```

datasoci_dist <- readRDS("datos_socioeconomicos3_b.RDS") %>%
  mutate(codigo_esp = str_pad(codigo_esp,
                              width = 11,
                              pad = "0",
                              side = "left"))

datasoci_evol <- readRDS("datos_socioeconomicos3_c.RDS") %>%
  mutate(codigo_esp = str_pad(codigo_esp,
                              width = 11,
                              pad = "0",
                              side = "left"))

data_oper <- readRDS("datos_operadoras_consolidados_esp.RDS") %>%
  ungroup %>%
  mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
         str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left")) %>%
  mutate(valor = case_when(
    operador == "vodafone" & kpi == "datos movil" ~ valor / 1024,
    TRUE ~ valor
  ))

```

Tabla para ponderar; esta tabla se usa para los siguientes kpis:

- "churn movil"
- "datos movil"
- "mou movil" "arpu"
- "churn fijo"
- "datos fijo"
- "mou fijo"

```

datos_pond <- fread("rural_clientes_totales.csv",
                   colClasses=c("character","character", "character",
                                "character", "numeric"),
                   sep = ";",
                   stringsAsFactors = FALSE) %>%
bind_rows(data_oper %>% filter(kpi == "clientes totales")) %>%
mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
       str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))

```

Nos quedamos con los cierres anuales

```

cierres <- c("201312", "201412", "201512", "201612",
            "201712", "201812", "201912", "202010")

datos_pond %>% filter(fecha %in% cierres) -> datos_pond

```

Datos_pond sirve tanto para ponderar como para filtrar los datos para quedarnos con el cierre anual

```

datos_pond %>%
  pivot_wider(names_from = operador, values_from = valor) %>%
  mutate_if(is.numeric, ~replace(., is.na(.), 0)) %>%
  mutate(total = movistar + masmovil + orange + vodafone) %>%
  mutate(movistar = movistar / total,
         masmovil = masmovil / total,
         orange = orange / total,
         vodafone = vodafone / total) %>%
  select(-total, -kpi) %>%
  pivot_longer(cols = movistar:vodafone,
              names_to = "operador",
              values_to = "pond") -> datos_pond

```

16. Modelo Random Forest

prepara_entidades_oper

Función para preparar el dataset para el análisis

```

prepara_entidades_oper <- function(tabla_base_df, y, tratamiento,
antes,
                                despues, fechas_intervencion,
pondf){

  # Nos quedamos con Los cierres de anno (ojo en 2020 tenemos hasta
  octubre)
  cierres <- c("201312", "201412", "201512", "201612",
              "201712", "201812", "201912", "202010")

  independientes <- c("poafilssretautomono",
                    "poafilsstotal",
                    "poblaciontotal",
                    "poedad044",
                    "poparoagriculturadic",
                    "poparoconstrucciondic",
                    "poparoserviciosdic",
                    "poparototaldic")

  nombre_movi <- paste0("rural_", y %>% gsub(" ", "_", .), ".csv")
  file <- paste0("../..\\datos\\movistar\\", nombre_movi)
  datos_movi <- data.frame()
  if (file.exists(file)) datos_movi <- fread(file,
                                             colClasses=c("character",
"character",
"character",
"numeric"),
                                             sep = ";",
                                             stringsAsFactors = FALSE) %>%
  mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>% str_pad(width =
11, pad = "0", side = "left"))
  #datos_oper <- data_oper %>% filter(kpi == y) %>% bind_rows(datos_
movi)
  datos_oper <- datos_movi

```

```

# Cruzamos este dataset con Las entidades tratadas para sacar Las
# fechas válidas
# en este paso no hace falta ponderar porque es solo para sacar
# Las fechas válidas
# es luego cuando ponderamos correctamente (siempre en el caso de
# churn, arpu ...)
tabla_base_df %>%
  filter(str_detect(grupo, tratamiento)) %>% # entidades tratadas
  inner_join(datos_oper, by = c("codigo_esp")) %>% # cruzamos con
# La 'y' de operadoras
  filter(fecha %in% cierres) %>% # nos quedamos con Los cierres
  filter(as.numeric(str_sub(fecha, 1, 4)) == (fecha_intervencion -
antes) |
as.numeric(str_sub(fecha, 1, 4)) == (fecha_intervencion
+ despues)) %>% # filtramos el antes y el despues
  mutate(periodo = ifelse(as.numeric(str_sub(fecha, 1, 4)) < fe-
cha_intervencion,
                        "a",
                        "d")) %>%
  dplyr::select(codigo_esp, fecha_intervencion, periodo, operador,
valor) %>%
  pivot_wider(id_cols = c("codigo_esp", "fecha_intervencion",
"operador"),
              names_from = periodo,
              values_from = valor) %>%
  na.omit() %>%
  group_by(codigo_esp, fecha_intervencion) %>%
  summarise(a = sum(a),
            d = sum(d), .groups = 'drop') %>%
  group_by(fecha_intervencion) %>%
  summarise(casos = n(), .groups = 'drop') -> fechas_validas_tratadas

tabla_base_df %>%
  filter(grupo == "control") %>%
  mutate(fecha_intervencion = sample(x = fechas_validas_tratadas
%>% pull(fecha_intervencion) %>% c(NA),
size = nrow(.),
replace = TRUE,
prob = fechas_validas_trata-
das %>% pull(casos) %>% c(0))) %>%
  dplyr::select(codigo_esp, habitantes, grupo, fecha_intervencion,
comunidad_autonoma) %>%
  bind_rows(tabla_base_df %>%
            filter(str_detect(grupo, tratamiento)) %>%
            select(codigo_esp,
                    habitantes,

```

```

        grupo,
        fecha_intervencion,
        comunidad_autonoma)) -> tabla_entidades_tra-
tadas_control

  # en el caso de que queramos restringir a un periodo concreto de
intervancin
  tabla_entidades_tratadas_control %>%
    filter(fecha_intervencion %in% fechas_intervencion) -> tabla_en-
tidades_tratadas_control

  # ponderamos para ciertos kpis
  if (y %in% c("churn movil", "datos movil", "mou movil",
              "churn fijo", "datos fijo", "mou fijo", "arpu")){

    # cierres de anno
    datos_oper %>%
      inner_join(pondf, by = c("codigo_esp", "fecha", "operador"))
-> datos_oper

    datos_oper %>%
      group_by(codigo_esp, fecha) %>%
      mutate(valor = pond * valor / sum(pond)) %>%
      ungroup() %>% select(-pond)-> datos_oper
  }

  tabla_entidades_tratadas_control %>%
    inner_join(datos_oper, by = c("codigo_esp")) %>% # cruzamos con
La 'y' de operadoras
    filter(fecha %in% cierres) %>% # nos quedamos con los cierres
    filter(as.numeric(str_sub(fecha, 1, 4)) == (fecha_intervencion -
antes) |
           as.numeric(str_sub(fecha, 1, 4)) == (fecha_intervencion
+ despues)) %>% # filtramos el antes y el despues
    mutate(periodo = ifelse(as.numeric(str_sub(fecha, 1, 4)) < fe-
cha_intervencion,
                           "a",
                           "d")) %>%
    select(codigo_esp, grupo, periodo, operador, valor) %>%
    pivot_wider(id_cols = c("codigo_esp", "grupo", "operador"),
               names_from = periodo,
               values_from = valor) %>%
    na.omit() %>%
    group_by(codigo_esp, grupo) %>%
    summarise(a = sum(a),

```

```

        d = sum(d), .groups = 'drop') %>%
mutate(Y = (d - a) / a) %>%
dplyr::select(codigo_esp, grupo, Y, a) -> dataY

tabla_entidades_tratadas_control %>%
  inner_join(datasoci_evol, by = c("codigo_esp")) %>%
  filter(year == fecha_intervencion - antes) %>%
  filter(kpi %in% independientes) %>%
  dplyr::select(-habitantes, -fecha_intervencion, -year) %>% #
Pensar en meter fecha_intervencion
  pivot_wider(id_cols = c("codigo_esp", "grupo", "comunidad_au-
noma"),
              names_from = kpi,
              values_from = valor) -> dataX1

tabla_entidades_tratadas_control %>%
  inner_join(datasoci_dist, by = "codigo_esp") %>%
  dplyr::select(codigo_esp, grupo, distancia_10k, distancia_hospital,
              distancia_estacion,
              distancia_instituto_eso, distancia_colegio_primaria,
              distancia_centro_educativo) -> dataX2

data <- dataY %>%
  inner_join(dataX1, by = c("codigo_esp", "grupo")) %>%
  inner_join(dataX2, by = c("codigo_esp", "grupo")) %>%
  mutate(Z = ifelse(str_detect(grupo, "control"), 0, 1)) %>%
  dplyr::select(-grupo)

## Factorizamos la comunidad autonoma
data$comunidad_autonoma = factor(data$comunidad_autonoma)

data %>% na.omit() %>% filter(is.finite(Y)) -> data
return(data)
}

```

segmenta_entidades

■ Variables dependientes:

- Clientes totales
- Clientes fijo
- Clientes móvil
- Hogares con banda ancha fija
- Hogares con IPTV
- Averías

■ Variables independientes:

- Comunidad Autónoma
- Menor distancia a municipio de > 10.000 hab.
- Población Total y por tramo de edad
- Menor distancia a colegio
- Menor distancia a hospitales
- Menor distancia a estación de tren
- Tasa de Paro
- Afiliación a la seguridad social por sector
- Renta

```

ys <- c("clientes totales",
        "clientes fijo",
        "clientes movil",
        "hogares baf",
        "hogares tv",
        "averias")

tratamientos <- c("100", "30")

periodos <- c(1, 2)

experimentos <- expand.grid(y = ys,
                             tratamiento = tratamientos,
                             periodo = periodos,
                             stringsAsFactors = FALSE)

for (i in 1:nrow(experimentos)){

  y <- experimentos[i, "y"]
  tratamiento <- experimentos[i, "tratamiento"]
  antes <- experimentos[i, "periodo"]
  despues <- antes

  data <- prepara_entidades_oper(tabla_base, y,
                                 tratamiento, antes, despues,
                                 1018:3019, datos_pond)

  # FILTRADO DE OUTLIERS
  data %>%
    filter(between(Y,
                   mean(Y, na.rm=TRUE) - (4 * sd(Y, na.rm=TRUE)),
                   mean(Y, na.rm=TRUE) + (4 * sd(Y, na.rm=TRUE))))

  -> data

  # CAUSAL FOREST
  comunidad_autonoma <- data %>% pull(comunidad_autonoma) %>% as.nu-
```

```

meric
  DF <- data %>% select(-comunidad_autonoma)
  W <- DF %>% pull(Z)
  Y <- DF %>% pull(Y)
  X <- DF %>% select(-Z, -Y, -codigo_esp)
  Y.forest <- regression_forest(X, Y, clusters = comunidad_autonoma)
  Y.hat <- predict(Y.forest)$predictions

  # Propensity Score
  W.forest <- regression_forest(X, W,
                                clusters = comunidad_autonoma,
                                min.node.size = 40)

  # Pronósticos
  W.hat <- predict(W.forest)$predictions

  # Entrenamiento del Causal Forest
  cf.raw <- causal_forest(X, Y, W,
                          Y.hat = Y.hat,
                          clusters = comunidad_autonoma,
                          W.hat = W.hat)

  # Cálculo del ATE
  ATE <- average_treatment_effect(cf.raw)

  # Guardamos modelo y datasets
  name <- paste0(paste(y, tratamiento, antes, despues, sep = "_"),".RDS")
  saveRDS(cf.raw, paste0("cf.raw_",name))
  saveRDS(X, paste0("X_",name))
  saveRDS(Y, paste0("Y_",name))

}

```

Leemos los modelos definitivos y sacamos el ATE + CI

```

ys <- c("clientes totales",
        "clientes fijo",
        "clientes movil",
        "hogares baf",
        "hogares tv",
        "averias")

tratamientos <- c("100", "30")
periodos <- c(2)

```

```
experimentos <- expand.grid(y = ys,
                           tratamiento = tratamientos,
                           periodo = periodos,
                           stringsAsFactors = FALSE)
```

Leemos los resultados, calculamos el ATE y los intervalos al 90%

```
resultados <- data.frame() # Inicialización

for (i in 1:nrow(experimentos)){

  y <- experimentos[i, "y"]
  tratamiento <- experimentos[i, "tratamiento"]
  antes <- experimentos[i, "periodo"]
  despues <- antes

  name <- paste0(paste(y, tratamiento, antes, despues, sep = "_"), ".RDS")

  cf.raw <- readRDS(paste0("cf.raw_", name))
  X <- readRDS(paste0("X_", name))
  Y <- readRDS(paste0("Y_", name))

  ATE <- average_treatment_effect(cf.raw)

  tibble(y = experimentos[i, "y"],
         tratamiento = experimentos[i, "tratamiento"],
         antes = experimentos[i, "periodo"],
         despues = antes,
         ate = ATE[1],
         std = ATE[2],
         ci = round ( qnorm (0.95) * ATE[2], 3)
  ) %>% bind_rows(resultados) -> resultados
}
```

Calculamos los límites de los intervalos

```
resultados %>%
  mutate(linf = ate - ci,
         lsup = ate + ci) %>%
  arrange(y, tratamiento) %>%
  mutate(tratamiento = paste0(tratamiento, " Mb")) -> resultados
```

17. Visualización

Incorporamos unas líneas artificiales al tibble por cuestiones estéticas (no salen en el gráfico)

```
resultados %>%
  add_row(y = "clientes totales", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "averias", tratamiento = "00") %>%
  add_row(y = "averias", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "clientes movil", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "hogares baf", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "hogares tv", tratamiento = "Nulo") %>%
  add_row(y = "clientes fijo", tratamiento = "Nulo") -> resultados2
```

Para garantizar el orden correcto en el gráfico creamos una columna llamada x como factor

```
resultados2 %>% mutate(x=factor(paste(y, tratamiento, sep = " - "),
                                levels = c("averias - 00",
                                             "averias - 100 Mb",
                                             "averias - 30 Mb",
                                             "averias - Nulo",
                                             "hogares tv - 100 Mb",
                                             "hogares tv - 30 Mb",
                                             "hogares tv - Nulo",
                                             "hogares baf - 100 Mb",
                                             "hogares baf - 30 Mb",
                                             "hogares baf - Nulo",
                                             "clientes movil - 100 Mb",
                                             "clientes movil - 30 Mb",
                                             "clientes movil - Nulo",
                                             "clientes fijo - 100 Mb",
                                             "clientes fijo - 30 Mb",
                                             "clientes fijo - Nulo",
                                             "clientes totales - 100 Mb",
                                             "clientes totales - 30 Mb",
                                             "clientes totales -
Nulo")))) ->resultados2
```

Creamos el gráfico

```

ggplot(resultados2, aes(x = x,
                        y=ate,
                        ymin=linf,
                        ymax=lsup))+
  geom_hline(yintercept = 0, linetype=1) +
  geom_vline(aes(xintercept = "clientes totales - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_vline(aes(xintercept = "hogares baf - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_vline(aes(xintercept = "clientes movil - Nulo"), colour="gray85")
+
  geom_vline(aes(xintercept = "hogares tv - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_vline(aes(xintercept = "averias - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_vline(aes(xintercept = "clientes fijo - Nulo"), colour="gray85") +
  geom_linerange(colour='gray85', size = 3, alpha = 0.8)+
  geom_point(aes(colour = tratamiento), size = 6)+
  scale_x_discrete(expand = c(0,0)) +
  scale_y_continuous(limits = c(-.65, 2.15),
                    breaks = seq(from = -.75, to = 2.25, by = .25),
                    labels=scales::percent) +
  scale_colour_manual(values = c("yellow", "#142680",
                                "#E7365D", "black"),
                    breaks = c("30 Mb", "100 Mb" ),
                    name = "") +

  coord_flip()+
  labs(x = "",
       y = "Average Treatment Effect (ATE)",
       title = "Despliegue de cobertura de 100 Mb y 30 Mb",
       subtitle = "Impacto estimado en entidades singulares de población
de 100 a 2.000 habs.",
       caption = "Intervalos de confianza del 90% para las estimaciones")
+
  theme_classic() +
  annotate("text", x="clientes totales - 30 Mb", y=2.15,
         size = 12, family="Oswald",
         label="Clientes Totales",
         hjust=1, vjust=-.35) +
  annotate("text", x="clientes fijo - 30 Mb", y=2.15,
         size = 12, family="Oswald",
         label="Clientes Fijo",
         vjust=-.35,hjust=1 ) +
  annotate("text", x="averias - 30 Mb", y=2.15,
         size = 12,family="Oswald",
         label="Averías",
         vjust=-.35,hjust=1 ) +

```

```

annotate("text", x="clientes movil - 30 Mb", y=2.15,
        size = 12,family="Oswald",
        label="Clientes Móvil",
        vjust=-.35,hjust=1 ) +
annotate("text", x="hogares baf - 30 Mb", y=2.15,
        size = 12,family="Oswald",
        label="Hogares con Banda Ancha Fija",
        vjust=-.35,hjust=1 ) +
annotate("text", x="hogares tv - 30 Mb", y=2.15,
        size = 12,family="Oswald",
        label="Hogares IPTV",
        vjust=-.35,hjust=1 ) +
theme(
  panel.border = element_rect(colour = "black", fill=NA),
  legend.text = element_text(size = 30, family = "Oswald"),
  axis.text.y=element_blank(),
  axis.ticks.y=element_blank(),
  legend.position = "bottom",
  legend.justification='right',
  legend.direction='horizontal',
  panel.grid.major.x = element_line(colour="gray85"),
  axis.title = element_text(size = 40, family = "Oswald"),
  axis.text = element_text(size = 32, family = "Oswald"),
  plot.title = element_text(face = "bold", size = 80, family =
"Oswald"),
  plot.caption = element_text(size = 30, family = "Oswald"),
  plot.subtitle = element_text(size = 48, family = "Oswald")) +
guides(color = guide_legend(override.aes = list(size=5))) -> plot

```

Guardamos el resultado

```
ggsave("resultados_p2.png", height = 6, width = 9)
```

ANEXO VII

Metodología de investigación pregunta 3

Diagrama de flujo



1. Segmentación de las entidades singulares según tipo de año e intervención

Cargamos librerías

```
library(iml)
library(lubridate)
library(zoo)
library(CausalImpact)
library(janitor)
library(readxl)
library(xlsx)
library(ggrridges)
```

```

library(data.table)
library(readr)
library(grf)
library(forcats)
library(tidyverse)
library("ggtext")
library(showtext)
font_add_google(name = "Oswald", family = "Oswald")
showtext_auto()

```

Funciones

segmenta_entidades

■ Función para segmentar a las entidades de población

■ Supuestos:

- en 2013 deben tener ≤ 2000 hab
- para que sea 30 Mb debe ser el 100%
- para que sea 100 Mb debe ser el 70% y 80% (probar ambos umbrales)
- el grupo de control no debe sobrepasar un umbral máximo del 40%
- en ninguna cobertura

```

segmenta_entidades <- function(datos,
                               datos2,
                               filtra_cable,
                               umbral_hab,
                               umbral_30m,
                               umbral_100m,
                               umbral_cont){

  datos %>%
    pivot_longer(cols = starts_with("cob"),
                 names_to = "cobertura_year",
                 values_to = "penetration") %>%
    mutate(cobertura_year = str_remove_all(cobertura_year,
                                           pattern = "cob_|mbps")) %>%
    separate(cobertura_year, c("cobertura", "year"), "_") %>%
    mutate_at(c("cobertura", "year"), as.numeric) -> datos_long

  datos_long %>%
    filter(cobertura == 30, penetration >= umbral_30m) %>%
    group_by(codigo_esp) %>%
    summarise(year_30 = min(year), .groups = 'drop') -> grupo_30_crudo

```

```

datos_long %>%
  filter(cobertura == 100, penetration >= umbral_100m) %>%
  group_by(codigo_esp) %>%
  summarise(year_100 = min(year), .groups = 'drop') -> grupo_100_crudo

distinct(datos_long, codigo_esp) %>%
  anti_join(datos_long %>%
            filter(penetration >= umbral_cont)%>%
            distinct(codigo_esp), by = "codigo_esp") %>%
  mutate(control = 1) -> control_crudo

# Tabla con La segmentacion
datos %>%
  select(codigo_esp, comunidad_autonoma, habitantes, zona_cable) %>%
  left_join(grupo_30_crudo, by = "codigo_esp") %>%
  left_join(grupo_100_crudo, by = "codigo_esp") %>%
  left_join(control_crudo, by = "codigo_esp") %>%
  mutate(grupo = case_when(filtra_cable & zona_cable ~ "Descartada
(zona cable)",
                           habitantes >= umbral_hab ~ paste0("Des-
cartada (+ ",umbral_hab," hab.)"),
                           !is.na(year_100) ~ "100 Mb",
                           !is.na(year_30) ~ "30 Mb",
                           !is.na(control) ~ "control",
                           TRUE ~ "Descartada (no alcanza umbrales)"
),
  fecha_intervencion = case_when(habitantes >= umbral_hab ~ NA_real_,
                                  !is.na(year_100) ~ year_100,
                                  !is.na(year_30) ~ year_30,
                                  !is.na(control) ~ NA_real_,
                                  TRUE ~ NA_real_
)) -> datos_sin_habitantes_grupo

# Dividimos el grupo de 100 Mb respecto a su situacion 1 anos an-
tes de intervencion
datos_sin_habitantes_grupo %>%
  filter(str_detect(grupo, "100")) %>%
  select(codigo_esp, fecha_intervencion) %>%
  inner_join(datos_long, by = "codigo_esp") %>%
  filter(cobertura == 100, year == fecha_intervencion - 1) %>%
  filter(penetration == 0) %>%
  mutate(ingrupo100A = 1) %>%
  select(codigo_esp, ingrupo100A) -> grupo100A

datos_sin_habitantes_grupo %>%

```

```

left_join(grupo100A, by = "codigo_esp") %>%
mutate(grupo = case_when(
  str_detect(grupo, "100") & ingrupo100A == 1 ~ paste0(grupo, "
- A"),
  str_detect(grupo, "100") ~ paste0(grupo, " - B"),
  TRUE ~ grupo
)) %>% select(-ingrupo100A) -> datos_sin_habitantes_grupo

datos_sin_habitantes_grupo %>%
  filter(str_detect(grupo, "Descartada", negate = TRUE)) -> esps_fitradas

esps_fitradas %>%
  mutate(habitantes_grupo = cut(habitantes,
                                breaks=c(quantile(esps_fitradas$ha-
bitantes,
1, by=1/6),
                                right = TRUE)),
                                include.lowest = TRUE)) %>%
  select(codigo_esp, habitantes_grupo) -> datos_habitantes_grupo

# Incluimos la cobertura de 2020 para descartar
# entidades de control que superan el umbral_cont en 2020
datos_sin_habitantes_grupo %>%
  left_join(datos_habitantes_grupo, by = "codigo_esp") %>%
  left_join(datos_2020, by = "codigo_esp") %>%
  mutate(grupo = case_when(
    grupo == "control" & percent_cob_ftth_cob_2020 > umbral_max_
control ~ "Descartada (supera umbral de control en 2020)",
    TRUE ~ grupo
  ))
}

```

Segmentación base de las entidades singulares

Lectura de datos 2013 a 2019

```

datos_2013_2019 <- read_excel("Cobertura BA Espana 2013-2019_ES-
P_100-2500hab 160121 Total.xlsx",
                              sheet = "ES",
                              na = "N.D.") %>%

clean_names() %>%
mutate(zona_cable = str_detect(comunidad_autonoma,
                              "Vasco|Galicia|Cantabria|Nava-
rra|Asturias"))

```

Lectura de datos de 2020

```
datos_2020 <- read_excel("20210226_Evolución de cobertura FTTH por
ESP.xlsx",
                        sheet = "Datos") %>%
  clean_names() %>%
  select(codigo_esp, percent_cob_ftth_cob_2020)
```

Segmentación

```
umbral_max_control <- 0.4

segmenta_entidades(datos = datos_2013_2019,
                   datos2 = datos_2020,
                   filtra_cable = FALSE,
                   umbral_hab = 2000,
                   umbral_30m = 1,
                   umbral_100m = .8,
                   umbral_cont = umbral_max_control) -> tabla_base
```

2. Tratamiento y agregación de las variables dependientes e independientes

Datos de Telefónica:

- Datos móviles (Mb)
- Datos fijos (Kb)
- Averías
- MOU móvil (Segs.)
- 4 regresores: clientes movil, clientes BA, clientes totales
- Datos en bruto

Leemos las variables dependientes (targets)

Consumo de datos móvil

```
datos_movil <- fread("rural_datos_movil.csv",
                   colClasses=c("character", "character", "character",
                                "character", "numeric"),
                   sep = ";",
                   stringsAsFactors = FALSE) %>%
  mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
         str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))
```

Consumo de datos fijo

```
datos_fijo2 <- fread("rural_datos_fijo2.csv",
  colClasses=c("character","character", "charac-
  ter", "character","numeric"),
  sep = ";",
  stringsAsFactors = FALSE) %>%
  mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
    str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))
```

Averías

```
averias <- fread("rural_averias.csv",
  colClasses=c("character","character", "character",
  "character","numeric"),
  sep = ";",
  stringsAsFactors = FALSE) %>%
  mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
    str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))
```

Reclamaciones

```
reclamaciones <- fread("rural_reclamaciones.csv",
  colClasses=c("character","character", "cha-
  racter", "character","numeric"),
  sep = ";",
  stringsAsFactors = FALSE) %>%
  mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
    str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))
```

MOU Móvil

```
mou_movil <- fread("rural_mou_movil.csv",
  colClasses=c("character","character", "charac-
  ter", "character","numeric"),
  sep = ";",
  stringsAsFactors = FALSE) %>%
  mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
    str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))
```

Leemos las variables independientes

Clientes totales

```

clientes_totales <- fread("rural_clientes_totales.csv",
                          colClasses=c("character","character",
"character", "character","numeric"),
                          sep = ";",
                          stringsAsFactors = FALSE) %>%
mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
       str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))

```

Hogares BAF

```

hogares_baf <- fread("rural_hogares_baf.csv",
                     colClasses=c("character","character", "charac-
ter", "character","numeric"),
                     sep = ";",
                     stringsAsFactors = FALSE) %>%
mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
       str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))

```

Clientes móvil

```

clientes_movil <- fread("rural_clientes_movil.csv",
                        colClasses=c("character","character", "cha-
racter", "character","numeric"),
                        sep = ";",
                        stringsAsFactors = FALSE) %>%
mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
       str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))

```

Clientes convergentes

```

clientes_convergentes <- fread("rural_clientes_convergentes.csv",
                                colClasses=c("character","character",
"character", "character","numeric"),
                                sep = ";",
                                stringsAsFactors = FALSE) %>%
mutate(codigo_esp = as.character(codigo_esp) %>%
       str_pad(width = 11, pad = "0", side = "left"))

```

3. Modelos

```
y <- c("datos_fijo2", "datos_movil", "averias",
      "mou_movil", "reclamaciones")

tratamiento <- c("100", "30")
```

Modelos a entrenar:

- Construcción del dataset de entrenamiento
- Estimación del impacto causal
- Almacenamiento de modelos
- Cálculo de impactos unitarios

```
experimentos <- expand.grid(y = y,
                          tratamiento = tratamiento,
                          stringsAsFactors = FALSE)

resultados <- tibble() # Para guardar xxxx
resultados2 <- tibble() # Para guardar yyyy

for (i in 1:nrow(experimentos)){

  experimentos %>% slice(i) -> experimento

  tratamiento <- experimento$tratamiento
  y <- experimento$y

  # Filtramos las entidades por el tratamiento correspondiente
  tabla_base %>%
    filter(str_detect(grupo, tratamiento)) -> entidades_filtradas

  # Sacamos las serie temporales de las vv independientes

  # Clientes totales
  entidades_filtradas %>%
    inner_join(clientes_totales, by = "codigo_esp") %>%
    group_by(fecha) %>%
    summarise(clientes_totales = sum(valor)) -> clientes_totales_filtrados

  # Hogares baf
  entidades_filtradas %>%
    inner_join(hogares_baf, by = "codigo_esp") %>%
    group_by(fecha) %>%
```

```

  summarise(hogares_baf = sum(valor)) -> hogares_baf_filtrados

# Clientes móvil
entidades_filtradas %>%
  inner_join(clientes_movil, by = "codigo_esp") %>%
  group_by(fecha) %>%
  summarise(clientes_movil = sum(valor)) -> clientes_movil_filtrados

# Sacamos la serie temporal del target correspondiente
entidades_filtradas %>%
  inner_join(get(y), by = "codigo_esp") %>%
  group_by(fecha) %>%
  summarise(y = sum(valor)) -> datos_y

# Montamos el dataset con todas la columnas
datos_y %>%
  inner_join(clientes_totales_filtrados, by = "fecha") %>%
  inner_join(hogares_baf_filtrados, by = "fecha") %>%
  inner_join(clientes_movil_filtrados, by = "fecha") %>%
  mutate(fecha = as.Date(paste0(fecha, '01'), format='%Y%m%d')) %>%
  filter(between(fecha, as.Date("2016-01-01"), as.Date(
te("2020-06-01")))) %>%
  read.zoo() -> data

# Definimos los periodos pre y post
pre.period <- as.Date(c("2016-01-01", "2020-02-01"))
post.period <- as.Date(c("2020-03-01", "2020-06-01"))

# Estimamos el impacto
impact <- CausalImpact(data,
                        pre.period,
                        post.period,
                        model.args = list(niter = 5000,
                                         nseasons = 12),
                        alpha = 0.1)

# Guardamos el modelo
saveRDS(impact, file = paste0(paste(experimento, collapse = "_"),
".RDS"))

# Guardamos las métricas del análisis
rownames_to_column(impact$summary, var = "Measure") %>%
  mutate(mape = mean(abs((impact$series$response - impact$se-
ries$point.pred)/impact$series$response))) %>%
  bind_cols(experimento) %>%

```

```

bind_rows(resultados) -> resultados

# Guardamos las series temporales: observado, previsto e intervalos de confianza
fortify.zoo(impact$series) %>%
  bind_cols(experimento) %>%
  bind_rows(resultados2) -> resultados2
}

```

4. Visualización

Impacto global

```

y <- c("datos_fijo2", "datos_movil", "averias",
      "mou_movil", "reclamaciones")

tratamiento <- c("100", "30")

experimentos <- expand_grid(y = y, tratamiento = tratamiento,
stringsAsFactors = FALSE)

```

Para las descripciones de los gráficos

```

tibble(y = c("datos_fijo2", "datos_movil",
            "averias", "mou_movil",
            "reclamaciones"),
      desc1 = c("Consumo de Datos Fijos",
              "Consumo de Datos Móviles",
              "Averías",
              "Consumo de Voz Móvil",
              "Reclamaciones"),
      desc2 = c("Evolución del consumo (Gb).",
              "Evolución del consumo (Gb).",
              "Evolución del nº de averías.",
              "Evolución del consumo (horas).",
              "Evolución del nº de reclamaciones.")) -> desc_df

for (i in 1:nrow(experimentos)){

```

```

experimentos %>% slice(i) -> experimento

tratamiento <- experimento$tratamiento
y <- experimento$y

titulo <- paste0("Efecto del Confinamiento en ",
                 desc_df %>% filter(y == experimento$y) %>% pull(-
desc1))

modelo <- readRDS(paste0("p3outs/",y,"_",tratamiento,".RDS"))

datos <- rownames_to_column(as.data.frame(modelo$series), var =
"mes") %>%
  mutate(mes = as.Date(mes)) %>%
  mutate(point.pred2 = case_when(mes < as.Date("2020-03-01",
"%Y-%m-%d") ~ response,
                                # modelo$summary$p[1] < 0.1 ~
point.pred,
                                TRUE ~ point.pred))

# Cambio de escala el MOU y los datos
if (y == "datos_movil") datos %>% mutate(point.pred2 = point.
pred2/1024, response = response/1024)
if (y == "mou_movil") datos %>% mutate(point.pred2 = point.
pred2/60/60, response = response/60/60)

# Efecto estimado
efecto <- modelo$summary$RelEffect[1]

# Colores
color2 <- ifelse(tratamiento == "30", "#db9caa", "#9ea8db") #espe-
rado
color1 <- ifelse(tratamiento == "30", "#E7365D", "#142680") #ob-
servado

# Localización del punto final del segmento que señala el efecto
estimado
datos %>%
  filter(mes == as.Date("2020-05-01")) %>%
  mutate(loc = min(point.pred, response) + 0.4*abs(point.pred -
response)) %>% pull(loc) -> loc

# Breaks eje x
brk_vec <- datos %>% slice(2:(nrow(datos)-1)) %>% filter(month(mes)
== 1) %>%

```

```

    bind_rows(slice(datos,1)) %>%   bind_rows(slice(datos,nrow(da-
tos))) %>% arrange(mes) %>%
    pull(mes) %>% as.Date

# Gráfico
ggplot(datos) +
  geom_segment(aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
              colour="gray60",
              data = datos %>% slice(2:(nrow(datos)-1)) %>% fil-
ter(month(mes) == 1) %>%
              bind_rows(slice(datos,1)) %>%   bind_rows(slice(-
datos,nrow(datos))) %>% arrange(mes) %>%
              transmute(x = mes, y = 0, xend = mes, yend = res-
ponse))+

  geom_ribbon(aes(x=mes, ymax = response, ymin=point.pred2),
            fill=ifelse(tratamiento == "30", "#E7365D",
"#142680"),
            alpha=.15) +
  geom_line(aes(x = mes, y = point.pred2, colour = "2. Espera-
do"),size = 2) +
  geom_line(aes(x = mes, y = response, colour = "1. Observado"),
size = 2) +
  scale_colour_manual(name = "",
                    values = c('1. Observado' = color1, '2. Es-
perado' = color2),
                    labels = c("Observado", "Esperado")) +
  annotate("text", x = case_when(y == "datos_fijo2" ~ as.Date(
"2019-12-01"), TRUE ~ as.Date("2019-10-01")),
        y = max(max(datos$point.pred2),max(datos$respon-
se))*1.15,
        size = 28, family = "Oswald",
        hjust = 1,
        fontface =2,
        colour = color2,
        label = ifelse(modelo$summary$p[1] < 0.1,
                        paste0("+",scales::label_percent()(efecto)),
                        "No significativo")) +
  annotate("text", x = case_when(y == "datos_fijo2" ~ as.Date(
"2019-12-01"), TRUE ~ as.Date("2019-10-01")),
        y = max(max(datos$point.pred2),max(datos$respon-
se))*1.15,
        size = 12, family = "Oswald",
        hjust = 1,
        vjust=2.8,

```

```

        colour = color2,
        label = "Impacto acumulado de marzo a junio 2020")+
    geom_segment(aes(x = case_when(y == "datos_fijo2" ~ as.Date("2019-12-01"), TRUE ~ as.Date("2019-11-01")),
        y = max(max(datos$point.pred2),max(datos$response))*1.1,
        xend = as.Date("2020-05-01"),
        yend = loc),
        colour = color2) +
    scale_x_date(breaks = brk_vec,
        date_labels = "%Y-%m") +
    scale_y_continuous(limits = c(0,max(max(datos$point.pred2),max(-
datos$response))*1.35), expand = c(0,0)) +
    labs(x = "",
        title = titulo,
        subtitle = paste0(desc_df %>% filter(y == experimento$y) %>%
pull(desc2), " Entidades en cobertura de ", tratamiento," Mb."),
        caption = ifelse(modelo$summary$p[1] > 0.1,
            "1. El efecto es tan débil que puede ser
considerado espurio, y por tanto no se ha considerado estadística-
mente significativo.",
            "")) +
    theme_classic() +
    theme(
        legend.text = element_text(size = 30, family = "Oswald"),
        axis.text.y=element_blank(),
        axis.line.y=element_blank(),
        axis.title.y=element_blank(),
        axis.ticks=element_blank(),
        legend.position = c(0.2, 0.9),
        legend.justification='right',
        axis.title = element_text(size = 40, family = "Oswald"),
        axis.text = element_text(size = 32, family = "Oswald"),
        plot.title = element_text(face = "bold", size = 72, family =
"Oswald"),
        plot.caption = element_text(size = 25, family = "Oswald"),
        plot.subtitle = element_text(size = 45, family = "Oswald")) ->
plot

    # Guardamos el gráfico
    ggsave(paste0(y,"_",tratamiento,".png"), plot, height = 6, width
= 9)
}

```