

ESTUDI D'AVALUACIÓ DELS IMPACTES DEL DESPLEGAMENT DEL PLA D'INFRAESTRUCTURES DIGITALS A CATALUNYA

30 de març de 2021



UNIVERSITAT DE
BARCELONA



Observatori
d'anàlisi i avaluació
de polítiques públiques

ÍNDIX DE CONTINGUTS

1.	INTRODUCCIÓ	4
1.1	Polítiques públiques per al desplegament i impuls de les infraestructures digitals	5
1.2	El desplegament de xarxes troncals de banda ampla en el context internacional ..	9
2.	EL DESPLEGAMENT D'UNA XARXA DE FIBRA ÒPTICA PÚBLICA NEUTRAL A CATALUNYA	13
2.1	Instruments per al desplegament de la xarxa de fibra òptica pública neutral	13
2.1.1	<i>Pacte Nacional per a les Infraestructures.....</i>	13
2.1.2	<i>Pacte Nacional per a una Societat Digital</i>	15
2.1.3	<i>Xarxa Oberta.....</i>	15
2.1.4	<i>Modificacions del projecte.....</i>	18
2.2	Desplegament de la Xarxa Oberta de Catalunya	20
3.	AVALUACIÓ DE LA CONTRIBUCIÓ DE LA XARXA DE FIBRA ÒPTICA NEUTRAL A L'INCREMENT DE LA COBERTURA MUNICIPAL	28
3.1	Anàlisi descriptiva de l'evolució	29
3.2	Anàlisi economètrica multivariant dels increments en la cobertura FTTH	42
3.3	Avaluació quasiexperimental de la contribució de la fibra òptica de la Generalitat de Catalunya als increments de cobertura d'FTTH	51
4.	ANÀLISI DE L'ESTRUCTURA I DINÀMICA DEL MERCAT PRIVAT: GRANS OPERADORS	58
4.1	Estructura i evolució dels grans operadors de fibra òptica als municipis de Catalunya	60
4.2	Els impactes de la fibra òptica de la Generalitat sobre la dinàmica dels grans operadors de fibra òptica.....	67
4.2.1	<i>Hipòtesi de connectivitat.....</i>	68
4.2.2	<i>Hipòtesi de dinamització d'infraestructures privades</i>	73
4.2.3	<i>Hipòtesi procompetitiva</i>	75
5.	ELS IMPACTES SOCIOECONÒMICS DEL DESPLEGAMENT DE LA XARXA DE FIBRA ÒPTICA NEUTRAL SOBRE ELS MUNICIPIS DE CATALUNYA	79
5.1	Revisió de la literatura relacionada: impactes socioeconòmics de la banda ampla.....	79
5.1.1	<i>Impactes sobre el creixement.....</i>	79
5.1.2	<i>Impactes sobre l'ocupació i els ingressos</i>	80
5.1.3	<i>Impactes sobre la productivitat i l'activitat econòmica</i>	84
5.1.4	<i>Impactes sobre els moviments de població i el mercat de l'habitatge</i>	87
5.1.5	<i>Altres efectes sobre el benestar</i>	88
5.1.6	<i>Conclusions de la revisió de la literatura d'impactes</i>	89

5.2	Avaluació dels impactes socioeconòmics del desplegament de la xarxa de fibra òptica de la Generalitat de Catalunya	90
5.2.1	<i>Característiques dels municipis amb cobertura XOC.....</i>	92
5.2.2	<i>Característiques dels municipis amb cobertura de fibra</i>	96
5.2.3	<i>Impactes causals sobre la taxa d'atur municipal.....</i>	99
5.2.4	<i>Impactes sobre la renda.....</i>	106
5.2.5	<i>Impactes sobre el creixement de la població</i>	110
6.	AVALUACIÓ DE LA RENDIBILITAT SOCIOECONÒMICA	114
6.1	Descripció de l'escenari base.....	114
6.2	Identificació i agregació de costos i beneficis.....	115
6.2.1	<i>Costos d'inversió</i>	116
6.2.2	<i>Costos d'operació.....</i>	117
6.2.3	<i>Connexió a les llars: desplegament d'operadors privats</i>	118
6.2.4	<i>Beneficis socials.....</i>	119
6.3	Agregació de costos i beneficis: taxa de descompte i mesures de rendibilitat	124
6.4	Resultats	126
6.5	Anàlisi de sensibilitat.....	128
7.	RESUM DELS PRINCIPALS RESULTATS DE L'INFORME.....	131
7.1	Resum dels resultats sobre els impactes en la cobertura de fibra òptica (FTTH)	131
7.2	Resum dels resultats sobre els impactes en la dinàmica empresarial i la concentració del mercat.....	132
7.3	Resum dels resultats sobre els impactes socioeconòmics en els municipis de Catalunya.....	133
7.4	Resum dels resultats de l'avaluació de la rendibilitat socioeconòmica.....	134
8.	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	135
Annexos		139
Annex 1		140
Annex 2		147
Annex 3		151
Annex 4		154

1. INTRODUCCIÓ

El desplegament d'infraestructures digitals i l'accés a les xarxes de molt alta velocitat ha esdevingut una prioritat els darrers anys per a la major part dels governs dels països desenvolupats en l'àmbit de la política de digitalització de les seves economies i societats. La raó d'aquest interès per accelerar l'expansió de les xarxes de nova generació per accedir a Internet (NGA) radica en els impactes socioeconòmics que se li associen, com per exemple la connexió entre el desplegament d'aquest tipus de plataformes i les taxes superiors de creixement econòmic de les zones on s'ha instal·lat, mitjançant millores de productivitat, d'ocupació i d'innovació. En aquest sentit, hi ha suficient literatura econòmica que ha aportat evidència sobre aquests efectes, especialment per la banda ampla. Aquest informe, de fet, aportarà una revisió de la literatura empírica sobre els impactes socioeconòmics en el capítol 5.

Per exemple, l'estudi de Czernich et al. (2011) va mostrar que un augment de deu punts percentuals en la taxa de penetració del servei de banda ampla generava un creixement addicional del PIB per capita d'entre 0,9 i 1,5 punts percentuals en la mostra de països de l'OCDE per al període 1996-2007. Aquest estudi es trobava en línia amb el que apuntava l'estudi de Qiang et al. (2009), amb una taxa mitjana de creixement addicional del PIB al voltant de l'1,2%. A més, amb una mostra més recent (2002-2016), Koutroumpis (2019) també estima que els increments en el PIB són positius amb la qualitat i velocitat de connexió, tot i que els rendiments a escala són decreixents. Els impactes més grans han d'esperar-se en aquelles economies que fan la transició de velocitats baixes cap a altes velocitats, ja que a partir de nivells elevats de velocitat les millores marginals resulten improductives.

Algunes estimacions apunten que pel que fa al conjunt d'economies de la Unió Europea l'ús de les noves tecnologies de la informació i la comunicació (TICs) entre 2001 i 2011 va ser responsable del 30% del creixement econòmic dels seus estats membres (van Ark et al., 2013). L'estudi de Gruber et al. (2013), de fet, indica no només que la difusió de banda ampla a la Unió Europea propicia i afavoreix aquest creixement econòmic, sinó que, a més, els beneficis del desplegament de la banda ampla superen el seu cost en un 32%.

D'altra banda, també hi ha evidències sobre el paper i impacte de l'alta velocitat en multitud d'altres àmbits socioeconòmics. Aquesta podria promoure, per exemple, la innovació organitzativa, podria agilitzar la presa de decisions, millorar els processos empresarials i administratius, i reduir els costos. A més a més, podria incentivar el

desenvolupament de nous productes i serveis, generar nous llocs de treball i reduir els desequilibris territorials.

1.1 Polítiques públiques per al desplegament i impuls de les infraestructures digitals

Aquestes evidències i expectatives han fet que molts governs hagin mostrat el seu interès per accelerar el desplegament de les xarxes de nova generació a través de diverses polítiques públiques. Una de les principals iniciatives que la Comissió Europea va portar a terme en aquesta direcció va ser la inclusió de polítiques específiques dins del pla de recuperació i creixement econòmic que es va publicar l'any 2010 sota el títol Estratègia Europa 2020 (IP/10/225). La Comissió va proposar fins a set iniciatives, considerades fonamentals, per assegurar la consecució dels objectius socials i econòmics que els representants europeus s'havien marcat en aquest pla. Una d'aquestes iniciatives va consistir en la creació d'una Agenda Digital Europea.

Entre els objectius marcats per l'Agenda Digital Europea destaca, en primer lloc, que l'any 2013 la totalitat de la població havia de tenir la possibilitat de connectar-se, com a mínim, a la banda ampla bàsica –superior a 144 kbps. En segon lloc, l'any 2020 tots els ciutadans europeus haurien de tenir accés a Internet a una velocitat mitjana de 30 Mbps o superior i, finalment, aquest mateix any, la meitat de les llars europees haurien de tenir disponible per ser contractada una connexió a Internet amb una velocitat de 100 Mbps o superior.

Per aconseguir aquests objectius, entre el 2014 i el 2020, la Unió Europea va posar a disposició dels estats membres prop de 14.948 milions d'euros, inclosos 5.600 milions d'euros en préstecs del Banc Europeu d'Inversions (BEI), amb la finalitat d'incentivar el desplegament de les xarxes de banda ampla dins del territori comunitari. Val a dir que els recursos provinents del Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER) van ser la principal font de finançament durant aquest període, amb més de 6 mil milions d'euros. Aquestes xifres totals en el període 2014-2020 van ser notablement superiors a les registrades en el període 2007-2013 (2.738 milions d'euros) i representaven aproximadament el 6% de la inversió total que es considerava necessària per poder aconseguir els objectius fixats per l'Agenda Digital.

Tanmateix, en relació amb aquests objectius, el Tribunal de Comptes Europeu va determinar l'any 2017 que, tot i que en general la cobertura de la banda ampla havia millorat

sensiblement a tota la UE, no s'havien assolit tots els objectius que havia proposat l'Estratègia Europea 2020. En concret, les zones rurals, que és on el sector privat té menys incentius per invertir en la provisió del servei de banda ampla, seguien pitjor connectades que les ciutats i, en conseqüència, l'objectiu de desplegament de la banda ampla de molt alta velocitat es trobava lluny de complir-se.

Així mateix, també cal esmentar que el setembre de 2016, en una comunicació coneguda com «Gigabit Society for 2025», la Comissió va definir objectius estratègics i intermedis addicionals per a l'any 2025, que pretenien complementar els ja establerts per a l'any 2020 a l'Agenda Digital. Aquests objectius serien discutits, recuperats i actualitzats també el juny del 2020 per la Comissió Europea.¹ En primer lloc, la connectivitat Gigabit per a tots els conductors d'impactes socioeconòmics, com escoles i centres de transport, així com els principals proveïdors de serveis públics i empreses digitalment intenses. En segon lloc, que totes les àrees urbanes i tots els principals camins terrestres tinguessin una cobertura 5G ininterrompuda. A més, la connectivitat 5G havia d'estar disponible com a servei comercial complet en almenys una de les principals ciutats de cada Estat membre, basant-se en la introducció comercial el 2018. Finalment, totes les llars, rurals o urbanes, haurien de tenir accés a Internet que ofereixi una baixada de com a mínim 100 Mbps, ampliable a velocitat Gigabit.

La necessitat de promoure inversions per a la reparació dels danys econòmics i socials provocats per la pandèmia de la COVID-19 declarada l'any 2020 tindrà, com a conseqüència, un renovat relançament de l'agenda digital europea. Els organismes comunitaris van acordar crear un fons de recuperació econòmica denominat *Next Generation EU*, que gaudirà d'un pressupost de 750 mil milions d'euros. Aquest finançament es destinarà parcialment al desenvolupament de capacitats i aptituds digitals estratègiques, entre les quals la intel·ligència artificial, la ciberseguretat i les infraestructures de dades —com ho són les xarxes de molt alta velocitat. En l'àmbit digital, el mes de setembre de 2020 es va publicar l'informe sobre l'Estat de la Unió en l'àmbit digital “*Impulsant la connectivitat per donar suport a la recuperació de la UE i augmentar la resiliència*”.² En aquesta comunicació s'esmentaven nous objectius que complementaven els anteriors. Aquestes mesures, segons l'informe, s'espera que generin llocs de treball, ampliaran l'accés a serveis digitals i promouran models empresarials innovadors que milloraran l'eficiència.

¹ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8711-2020-INIT/en/pdf>

² <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/boosting-connectivity-support-eu-recovery>

Per això, la recomanació de la Comissió Europea de 18 de setembre de 2020 instava els estats membres a accelerar el desplegament de les seves xarxes de fibra òptica i 5G i que desenvolupin, abans de finals de març de 2021, un conjunt de millors pràctiques per assolir una reducció de costos i càrregues administratives dels operadors i proporcionar un accés oportú a l'espai radioelèctric per a la 5G. Al mateix temps s'instava a fomentar la inversió en l'expansió de les infraestructures de xarxa, així com millorar la coordinació entre estats membres.³ El mateix mes de setembre es recullen els objectius marcats en la comunicació de 2016 i s'actualitzen convenientment. Així, en primer lloc, es consolida l'objectiu que els principals conductors d'impactes socioeconòmics, com escoles, universitats, centres de recerca, centres de transport, hospitals, administracions públiques i empreses intenses en tecnologia, haviem de tenir accés a la connectivitat gigabit l'any 2025. Segon, també es consolida i actualitza l'objectiu de cobertura de les llars. Ara aquestes no només haurien de poder tenir accés a les connexions de 100 Mbps el 2025, sinó que també haurien de tenir la possibilitat de poder millorar les seves xarxes a velocitats molt més altes. Es recull també que la cobertura 5G havia d'estar disponible a totes les àrees urbanes i en tots els camins terrestres de mobilitat i transport de persones i mercaderies. Finalment, s'indica que l'accés a la connectivitat mòbil també hauria d'estar disponible arreu on la gent viu, treballa, viatja i es reuneix.

En conclusió, la Comissió Europea subratlla la importància de les infraestructures d'alta capacitat, com ara la fibra i el 5G, i adverteix que impulsar les inversions en xarxes capaces d'oferir velocitats Gigabit, àmpliament disponibles, particularment per a les llars, els conductors d'impactes socioeconòmics i les infraestructures de transport, és una bona base sobre la qual desenvolupar l'economia i la societat digitals europees.

També a l'Estat espanyol s'han dissenyat plans i polítiques públiques orientades a promoure el desplegament de les xarxes de banda ampla i a acomplir els objectius marcats per l'agenda digital europea. Entre aquestes, destaquem en primer lloc la modificació del reglament de servei universal de telecomunicacions de l'any 2011, per tal de garantir com a servei bàsic per a tots els ciutadans l'accés a Internet a una velocitat mínima d'un megabit per segon. Aquesta mesura s'estimava que beneficiaria unes 350.000 llars, la major part localitzades en zones rurals. Aquesta mesura es va prendre amb l'objectiu d'apropar el mercat espanyol de banda ampla als objectius marcats per l'Agenda Digital Europea.

³ La recomanació es basa en la Directiva sobre la reducció de costos de la banda ampla i en el codi europeu de les comunicacions radioelèctriques.

Una altra iniciativa enfocada a incentivar el desplegament de les xarxes de molt alta velocitat és el «*Programa de Extensión de la Banda Ancha de Nueva Generación*», que anualment convoca la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i Infraestructures Digitals, òrgan superior del Ministeri d'Afers Econòmics i Transformació Digital. L'objectiu que es persegueix amb aquestes convocatòries és accelerar l'extensió de la cobertura de les xarxes públiques de comunicacions electròniques capaces de proporcionar serveis de banda ampla de molt alta velocitat a les zones sense cobertura actual ni prevista per als pròxims anys – anomenades zones blanques– així com les que tenen la presència d'un sol operador –zones grises–, la qual cosa permetrà millorar la funcionalitat i la qualitat dels serveis digitals necessaris per a la transformació digital i, en conseqüència, un increment del benestar i la qualitat de vida dels ciutadans i contribuirà en un grau superior a l'èxit d'un model de creixement sostenible. El «*Programa de Extensión de la Banda Ancha de Nueva Generación*» està finançat majoritàriament per fons europeus.

L'any 2020 els ajuts atorgats per aquest programa van ser de més de 105 milions, 17 milions de subvencions directes i 88,8 milions per avançaments del Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER).

Finalment, el Consell de Ministres va aprovar el passat 1 de desembre de 2020 el «Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales de la sociedad, la economía y los territorios», que tindrà com una de les missions principals seguir ampliant la cobertura de les xarxes de banda ampla de molt alta velocitat fins a aconseguir arribar a una cobertura del 100% de la població. El pla de connectivitat és un dels eixos de l'agenda España Digital 2025. En relació amb aquesta agenda, es preveu una inversió pública els propers cinc anys de 4.320 milions d'euros (883 milions ja previstos en els pressupostos de 2021) i preveu mobilitzar una inversió privada de 24.000 milions d'euros.

Pel que fa a Catalunya, una de les iniciatives que ha contribuït a fomentar el desplegament de les xarxes de banda ampla de molt alta velocitat ha estat la creació de la infraestructura de fibra òptica coneguda com a xarxa oberta. En origen, i tal com presentarem en el segon capítol d'aquest informe, la Xarxa Oberta va ser una concessió del Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació de la Generalitat de Catalunya (CTTI) per proporcionar al Govern de Catalunya una xarxa neutra de telecomunicacions de gran amplada de banda basada en fibra òptica i amb l'objectiu de connectar 745 seus de la Generalitat de Catalunya. Així mateix, per tal de promoure l'accés dels ciutadans a aquesta

infraestructura de fibra òptica, es va posar a disposició del mercat majorista d'operadors de telecomunicacions l'excedent de capacitat de la xarxa.

És en el marc d'aquests esforços públics descrits al llarg d'aquesta introducció que es fa més necessari conèixer la contribució i els impactes socioeconòmics de les xarxes de banda ampla de molt alta velocitat i de la inversió associada. Aquest estudi pretén contribuir en aquesta literatura i en aquest marc de coneixement, a la vegada que pretén aportar evidència empírica per a la presa de decisions polítiques a Catalunya, davant de l'impuls de programes d'inversió que es promouen per intensificar els esforços en el desplegament d'infraestructures digitals. En particular, aquest estudi es dedicarà a l'avaluació econòmica del desplegament de la xarxa pública neutral de fibra òptica impulsada per la Generalitat de Catalunya i consta de dos informes. Aquest primer informe se centra en els impactes socioeconòmics del desplegament de la xarxa i avalua la contribució de la xarxa sobre els augments de cobertura, els canvis induïts sobre la dinàmica empresarial d'operadors de fibra òptica i, finalment, els impactes sobre variables socioeconòmiques com el creixement de la població, la taxa d'atur i la renda mitjana de les llars dels municipis de Catalunya on ha arribat la xarxa o on els operadors privats han connectat amb aquesta per servir els seus serveis minoristes mitjançant la infraestructura pública.

1.2 El desplegament de xarxes troncales de banda ampla en el context internacional

Per tal de contextualitzar la política del desplegament d'una xarxa neutral pública a Catalunya, que és l'objecte d'aquest estudi, revisarem breument algunes experiències internacionals similars.

El desplegament de xarxes troncales de banda ampla per part dels diferents governs ha esdevingut una pràctica habitual a escala internacional. A Llatinoamèrica, per exemple, són diversos els governs que han iniciat ambiciosos projectes per desplegar xarxes troncales destinades a aportar connectivitat als operadors privats de telecomunicacions, que seran els responsables d'invertir en el desplegament del punt d'accés per tal de poder arribar, d'aquesta manera, als consumidors finals. En el cas de Brasil, la principal activitat de *Telebrás*, per exemple, és oferir els seus serveis com a operador públic de banda ampla "majorista" a proveïdors de banda ampla minoristes, així com a les administracions públiques (govern federal, estats, o municipis) i altres punts d'interès públic. Es considera que el servei és

especialment útil per a petits operadors de banda ampla presents a ciutats de dimensió més petita i localitzades en zones remotes.

També a Mèxic es va desplegar una xarxa troncal per ser utilitzada com a nucli de la infraestructura de transmissió per a operadors de telecomunicacions. Aquesta mesura es va incloure, fins i tot, dins de la reforma de la Constitució mexicana de l'any 2013, per tal de garantir als ciutadans l'accés universal a la informació en línia. Aquesta xarxa troncal ha estat implementada per l'operador públic *Telecomunicaciones de México (Telecomm)*, utilitzant com a punt d'inici la xarxa de fibra òptica propietat de la *Comisión Federal de Electricidad*, una empresa també de propietat del govern mexicà.

Pel que fa al grup de països més industrialitzats, sens dubte el cas de més èxit va ser el de Corea del Sud. L'any 1993 el govern va crear el Fons de Promoció de la Informatització. El fons incloïa contribucions tant del govern com del sector privat, a través de taxes de llicència d'espectre, contribucions basades en ingressos d'operadors i beneficis derivats de l'operació del fons, inclosos els préstecs. Entre 1993 i 2002 el valor total del Fons va ser de 7.800 milions de dòlars, més de la meitat dels quals provenien del sector públic. D'aquesta quantitat, el govern va invertir més de 900 milions de dòlars en el projecte d'Infraestructura d'Informació de Corea. Aquest es va iniciar el 1995 i incloïa la construcció d'una columna vertebral pública d'alta velocitat nacional, el desenvolupament d'aplicacions TIC i la promoció de projectes pilot de recerca. El projecte va ajudar a potenciar importants col·laboracions publicoprivades i va donar suport actiu al desplegament de xarxes de banda ampla. Aquest projecte va ajudar a convertir Corea en un dels països del món que actualment presenta taxes més grans de cobertura de fibra sobre la població.

Per la seva banda, als EUA la iniciativa de desplegar xarxes neutrals públiques ha vingut principalment de la mà de les administracions públiques federals i municipals. Així, l'any 2020 es comptabilitzaven un total de 331 xarxes municipals de fibra òptica⁴, una part important de les quals desplegades en forma de xarxa troncal neutral que facilita l'arribada del servei de fibra òptica a aquests municipis.

Un dels principals casos d'èxit és l'estat de Maryland, el qual ha desplegat una xarxa de banda ampla de 1.294 milles (2.082 quilòmetres) mitjançant la connexió de tres xarxes que ja existien prèviament: NetworkMaryland, Inter-County Broadband Network (ICBN) i Maryland Broadband Cooperative (MDBC). La xarxa va connectar primer les institucions

⁴ <https://broadbandnow.com/report/municipal-broadband-roadblocks/>

governamentals i altres organismes vinculats a aquestes per després passar a oferir aquest servei a àrees no cobertes inicialment per la fibra òptica. La connexió inicial de les tres xarxes va veure's potenciada per una inversió addicional de 115 milions de dòlars per part de l'estat federal.

En l'àmbit europeu, les iniciatives de construcció de xarxes troncal públiques no han estat liderades generalment pels estats membres sinó pels governs regionals i locals. En aquest sentit, són nombroses les iniciatives sorgides les dues últimes dècades. Segons l'FTTH Council Europe, el juny de 2006 hi havia 84 projectes promoguts per municipis i empreses de serveis elèctrics, entre els quals s'inclouen els relatius al desplegament de xarxes públiques a diverses capitals europees, com són Viena, Estocolm o Amsterdam.

Suècia i els Països Baixos, segurament, són els dos països europeus on més activa s'ha mostrat l'Administració pública a l'hora de promoure el desplegament de xarxes neutrals obertes a qualsevol empresa que volgués utilitzar-la o oferir-hi els seus serveis. El principal exemple és probablement el projecte de fibra de la ciutat d'Estocolm, un dels casos més reeixits i coneguts de xarxa de banda ampla de propietat i explotació pública al món. Així, la xarxa neutral d'Stokab, empresa municipal creada per a aquesta finalitat l'any 1994, actualment és utilitzada per 500 empreses i organitzacions, a més de prop de 100 operadors de telecomunicacions tradicionals.

Un altre exemple és la ciutat sueca de Vasteras, que va ser una ciutat pionera l'any 1999 quan va decidir construir la seva pròpia xarxa municipal de fibra òptica, tant per satisfer les seves pròpies necessitats de comunicació com per atreure nous negocis a la ciutat. Actualment, hi ha més de 35 proveïdors de serveis a la xarxa municipal de Vasteras, inclosos operadors com Telia i Tele2, i els consumidors poden triar entre més de 185 serveis diferents. El model de gran èxit desenvolupat a Vasteras s'ha documentat i venut a altres municipis.

Pel que fa als Països Baixos, un gran nombre de ciutats, com Anvers, Eindhoven, Amsterdam o Rotterdam, van decidir desplegar xarxes neutrals de fibra òptica durant la primera dècada del segle XXI.

En el cas d'Itàlia, on també podem trobar nombrosos exemples de xarxes de fibra òptica de propietat municipal, fins i tot es poden trobar casos en què el govern municipal ofereix serveis minoristes als consumidors sobre infraestructures de les quals és el propietari i l'operador (seria el cas de *Terrecablate* a Siena).

Finalment, en l'àmbit de l'Estat espanyol, trobaríem el cas del Govern de Navarra – a part del de Catalunya–, que els anys 2019 i 2020 s'ha proposat com a objectiu unir totes les seves seus amb xarxa de fibra òptica. El primer objectiu és, com hem dit, millorar el grau de connectivitat de les 996 seus del Govern de Navarra, entre les quals destaquen centre educatius, sanitaris i biblioteques, entre d'altres. El segon objectiu és que aquesta xarxa també pugui contribuir a fer arribar la fibra òptica a zones remotes on els operadors comercials no disposen a dia d'avui d'infraestructura pròpia.

En tots els casos que hem revisat –a excepció dels de Corea i els països nòrdics (Suècia i els Països Baixos), que tenien per objectiu accelerar la implantació de la banda ampla a tot el país– el principal objectiu de desplegar xarxa troncal pública era tractar de reduir les grans diferències entre els nivells de cobertura de la banda ampla d'alta velocitat observats en les zones rurals i les zones urbanes més densament poblades. Aquest problema, anomenat bretxa digital, és un problema observat en la gran majoria de països, amb independència dels nivells de desenvolupament d'aquests, que actua com a justificant de la intervenció pública per corregir una fallada de mercat, quan la cobertura d'aquesta tecnologia queda en mans únicament de les decisions d'inversió i desplegament privades.

Aquest informe pretén avaluar els impactes del desplegament de la xarxa de fibra pública neutral impulsada per la Generalitat de Catalunya. Per fer-ho, hem estructurat l'informe de la manera següent. En el capítol 2 presentem la política de la Generalitat d'impuls d'una xarxa pública neutral de fibra òptica. El capítol 3 es dedica a avaluar l'evolució de les cobertures de fibra òptica en l'àmbit municipal a Catalunya, i a estimar la contribució causal de la xarxa de la Generalitat en aquest increment de cobertures. El capítol 4 examina la dinàmica del mercat privat de fibra òptica protagonitzat pels grans operadors i la influència generada per l'arribada de la xarxa pública de la Generalitat sobre la concentració d'aquest mercat. El capítol 5 és el que aporta els principals resultats de la contribució socioeconòmica a escala d'impactes causals de la infraestructura de la Generalitat. Aquí estimem l'impacte de l'arribada de la xarxa pública de fibra òptica neutral sobre el creixement de la població, sobre la taxa d'atur i sobre la renda mitjana dels residents. Finalment, l'informe es tanca amb un breu resum dels principals resultats.

2. EL DESPLEGAMENT D'UNA XARXA DE FIBRA ÒPTICA PÚBLICA NEUTRAL A CATALUNYA

En aquesta secció examinarem el desplegament de la xarxa de fibra òptica pública neutral a Catalunya. Aquesta secció es basa en la documentació elaborada per la Generalitat de Catalunya i que conté els programes per al desenvolupament de la política pública d'una xarxa de fibra òptica neutral. Aquesta documentació ha estat facilitada pel Departament de Polítiques Digitals de la Generalitat de Catalunya i s'ha completat amb informació obtinguda de l'IDESCAT i dels operadors privats. Aquesta descripció de la política pública seguirà un ordre cronològic i prendrà com a referència els objectius fixats per la política i les seves actualitzacions, i els instruments utilitzats per assolir-los. D'altra banda, analitzarem també en aquesta secció la situació del desplegament de la xarxa de fibra òptica pública neutral a 31 de desembre de 2019. Per a aquesta anàlisi considerarem la cobertura dels municipis, la població servida, la densitat i la seva evolució fins al 2019.

2.1 Instruments per al desplegament de la xarxa de fibra òptica pública neutral

A Catalunya, l'establiment d'una política per al desplegament d'una xarxa ultraràpida o de fibra òptica té origen l'any 2005. A l'Acord de Govern de 30 d'agost de 2005 es va encarregar al CTTI (Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació) la seva concreció i execució, en el marc del Pla director d'infraestructures de telecomunicacions (PDIT). A Catalunya, aquesta política basada en un desplegament de la fibra òptica pren més forma com a objectiu de Govern en el pla de govern 2007-2010. És a partir d'aquell moment que es porten a terme diferents mesures d'impuls. Per exemple, pel que fa al poder legislatiu, el Parlament de Catalunya va aprovar, l'any 2007, una resolució que instava a impulsar aquest projecte. Es tracta d'una resolució que va rebre el suport d'una majoria de grups parlamentaris. També a la Llei de l'obra pública de 2007 es va incloure que es reservés una part d'espais i canalitzacions per a fibra òptica a les obres públiques de la Generalitat. D'altra banda, a l'Acord de Govern de 29 de juliol de 2008 es va aprovar l'impuls del desplegament de la fibra òptica, amb l'aprovació de la preparació d'un projecte que en garantís el desplegament arreu del territori català.

2.1.1 *Pacte Nacional per a les Infraestructures*

El novembre de 2009 té lloc el Pacte Nacional per a les Infraestructures. Aquest Pla va ser un pacte entre la Generalitat de Catalunya i l'Administració central de l'Estat per invertir

durant 10 anys fins a 100.000 milions d'euros. Entre les més de 130 actuacions a fer a Catalunya fins a l'any 2020 hi havia la creació de la xarxa oberta de fibra òptica neutral.

El projecte pretenia crear, segons el pacte, una xarxa oberta de fibra òptica que arribés als municipis i a tots els edificis de serveis públics, tant per a les necessitats de la mateixa Administració com per a l'ús per part dels operadors de serveis, amb la finalitat de garantir la possibilitat de disposar a tot el territori de serveis avançats de telecomunicacions. Es preveia fer arribar la xarxa de fibra òptica a tots els municipis, així com estendre l'accés als serveis de telecomunicacions a tots els nuclis de més de cinquanta habitants i centres de producció econòmica. Les administracions s'havien d'implicar en el desplegament o l'extensió d'aquestes xarxes de fibra òptica, sobre la base, principalment, del seu potencial com a clients i de la seva titularitat del domini públic viari, i ho han d'acabar fent en col·laboració amb el sector privat i amb ple respecte pel dret de la competència.

Aquest projecte tenia dos tipus de clients clarament diferenciats:

- Autoprestació: construir i explotar una xarxa de comunicacions electròniques que permetés connectar les seus de la Generalitat de Catalunya i administracions locals.
- Mercat majorista: l'excedent de la capacitat de xarxa permetria que altres operadors del mercat majorista puguin estendre la seva xarxa al territori a partir dels punts d'accés de la xarxa oberta neutral.

Connectar tots els ajuntaments de Catalunya, així com totes les seus de la Generalitat (5.832), implicava, segons les estimacions, fer una inversió de 662 milions d'euros. Tot i això, es divideix aquest objectiu en dues fases. La primera fase pretenia fer arribar la fibra òptica a 281 municipis i a 4.081 seus de la Generalitat, amb un pressupost de 354 milions d'euros. Es posava un èmfasi especial a arribar als municipis on hi ha més població, els 26 municipis de més de 40.000 habitants, així com 30 dels 34 municipis d'entre 20.000 i 40.000 habitants. I pel que fa als quasi 500 municipis de menys de 1.000 habitants, tan sols es pretenia arribar-ne a 73 (14,7% del total). Així, aquesta primera fase apareix amb un clar biaix cap als municipis de més habitants.

2.1.2 Pacte Nacional per a una Societat Digital

El Govern de la Generalitat de Catalunya, les quatre diputacions, l'Associació Catalana de Municipis (ACM), la Federació de Municipis de Catalunya (FMC) i Localret van signar el 24 d'octubre de 2016 el Pacte Nacional per a una Societat Digital, amb l'objectiu d'unir esforços i sumar sinergies i recursos per donar una millor resposta al ciutadà i a les administracions, i situar Catalunya en un referent internacional davant dels reptes de la revolució digital. Aquest Pacte va ser aprovat també pel Parlament el 22 de novembre de 2018. Un dels cinc àmbits d'actuació és el desplegament i la gestió coordinada d'infraestructures tecnològiques i de comunicacions electròniques que assegurin la igualtat d'oportunitats per a tots els territoris, ciutadania i empreses de Catalunya. Per tant, set anys després del Pacte Nacional per a les Infraestructures els seus objectius continuaven plenament vigents.

Aquests objectius s'han actualitzat el 2020, tot i que no han variat gaire. Es vol estendre el nivell de cobertura de xarxes ultraràpides (velocitat d'accés superior a 100 Mbps) i fonamentar el nivell de competència a tot el territori català. La població objectiu d'aquesta actuació continua sent doble: d'una banda es vol donar cobertura als centres de titularitat pública dels diferents municipis i de l'altra es vol facilitar la cobertura en municipis que poden quedar fora de l'abastament privat. La necessitat principal és la falta d'una cobertura de xarxa de fibra òptica de manera homogènia a tot el territori català per garantir que totes les llars tinguin accés a les xarxes ultraràpides i no quedin aïllades de la transició digital.

Aquesta actuació és la continuació d'un desplegament seqüencial anteriorment descrit, el qual va començar amb el desplegament de la xarxa a les diferents capitals de comarca. En funció de la disponibilitat pressupostària, es va ampliant la cobertura a diferents municipis, els quals es prioritzen en funció de diversos criteris, amb l'objectiu final de donar cobertura als 947 municipis catalans.

2.1.3 Xarxa Oberta

La Generalitat de Catalunya va decidir proveir el servei d'una xarxa de fibra òptica neutral que connectés tots els municipis, tot i que primerament es pretenia cobrir les capitals de comarca. Atès que els operadors privats no tenen incentius per arribar a la totalitat d'aquests municipis, es va decidir proveir aquest servei de manera pública. Això vol dir que la Generalitat garantirà que arribi la fibra òptica a tots els municipis de Catalunya, i això implica que, allà on no arribi el mercat, ho haurà de fer l'Administració catalana. La provisió d'un

servei comporta que la Generalitat es responsabilitzarà que aquell servei es presti en les condicions adequades. En el cas de la fibra òptica aquesta obligació de servei no està recollida en l'ordenament jurídic, sinó que és un compromís que pren la Generalitat per garantir aquest servei al territori. Amb aquest objectiu la Generalitat va obrir consultes amb la Unió Europea per poder ser autoritzada a construir una xarxa de fibra òptica, ja que podia implicar clares distorsions al mercat d'infraestructures digitals. L'any 2010 va rebre l'autorització.

La Generalitat de Catalunya va optar per la concessió al sector privat de la construcció, el manteniment i l'operació de la nova xarxa al sector privat. Els motius que porten a pensar que la Generalitat decidís produir el servei de manera privada es resumeixen principalment en dos: restriccions pressupostàries i manca de coneixement especialitzat. D'una banda, es rep l'autorització de la Unió Europea l'any 2010 per crear una infraestructura pública de fibra. Després de dos anys de l'inici de la crisi financera, es comença a entreveure que aquesta impactarà durament en les finances públiques. La construcció per part d'un operador amb capital públic implicaria que aquestes despeses de construcció anessin al pressupost de la Generalitat, la qual cosa impactaria en el deute d'aquesta Administració. Per contra, segons la interpretació d'Eurostat de la SEC 95, en el cas que sigui un privat qui gestioni aquesta infraestructura a través d'una col·laboració publicoprivada i amb transferència del risc, aquesta no computa com a deute. Així, s'opta per una concessió per a la construcció d'una xarxa de fibra, d'acord amb la qual el concessionari té el dret a cobrar uns peatges a empreses que vulguin utilitzar la seva infraestructura durant un període de temps que en permeti recuperar la inversió, cobrir la seva gestió i un benefici industrial. I un cop finalitzat aquest període de concessió, la Generalitat rep la xarxa òptica de fibra.

El segon motiu per optar per la via privada pot deure's a la manca de coneixement per part de la Generalitat a l'hora de construir i gestionar una xarxa de fibra òptica neutral. El febrer de 2010 es va aprovar el procés de licitació del projecte Xarxa Oberta. El procediment de licitació va ser el diàleg competitiu. Aquest procediment és una innovació que està recollida a la Directiva 2004/18/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 31 de març de 2005, relativa a la coordinació dels procediments d'adjudicació dels contractes públics d'obres, de subministrament i servei. En concret, és un procediment en què qualsevol operador econòmic pot sol·licitar la seva participació i en què el poder adjudicador dirigeix un diàleg amb els candidats amb la finalitat de desenvolupar una o diverses solucions susceptibles de satisfer les seves necessitats. Així, aquestes solucions seran la base perquè els candidats elegits presentin la seva oferta.

Aquests procediments pretenen solucionar un problema complex per al qual l'Administració té dificultats per definir una solució. Els motius acostumen a ser una falta de capacitat per definir els mitjans tècnics, i també es pot donar el cas d'una falta de capacitat per determinar la cobertura jurídica o financera d'un projecte. En aquest cas, el projecte de la Generalitat buscava satisfer les necessitats de connectar amb fibra els seus edificis públics, així com disposar d'una infraestructura que permetés un excedent que pogués ser llogat als operadors privats en el mercat majorista.

Es van presentar tres sol·licituds al diàleg competitiu, i es van admetre les tres. Les empreses que es van presentar van ser Abertis Telecom, SA, Telefónica de España, SAU, i l'UTE formada per Imagina Media Audiovisual, SL, i Axia Netmedia Corporation. Així, van haver-hi tres rondes entre l'equip de diàleg i cadascun dels candidats, es va determinar una única solució final i es va tancar el diàleg. Un cop acabada la segona ronda, el Govern de la Generalitat va reduir l'abast del projecte degut a les restriccions pressupostàries que afectaven aquesta Administració. Més concretament, va circumscriure el projecte a les Terres de l'Ebre, mentre que la versió inicial incloïa tot Catalunya. Això va portar al fet que dos dels tres candidats desistissin d'aquest projecte i que quedés tan sols un candidat.

És en aquest punt que durant el procés d'adjudicació la Sindicatura de Comptes fa notar que l'oferta a la qual es va adjudicar presentava un preu unitari per seu connectada situat en el màxim del rang que establien els plecs, i també que els criteris subjectes a judici de valor no arribaven al mínim del 50% de la puntuació màxima requerida per manca de detall i concreció de la proposta presentada, així com falta de millores substancials respecte del projecte establert en els plecs⁵. D'altra banda, la Sindicatura fa notar la seva disconformitat amb el fet d'haver seguit endavant amb el diàleg competitiu, ja que l'abast del projecte havia canviat de manera significativa, i recomana l'inici d'un nou procés de contractació. Així, es va continuar amb el diàleg competitiu i l'adjudicatària fou l'UTE d'Imagina Media Audiovisual, SL, i Axia Netmedia Corporation. A partir d'aquests fets, queda palès que la Generalitat tenia una certa manca de capacitat per desenvolupar el projecte de manera autònoma i, tot i que el projecte havia canviat, va veure en l'adjudicatària la millor manera de desenvolupar l'operador de fibra pública neutral a Catalunya. El contracte es va adjudicar per 252 milions d'euros.

⁵ http://www.sindicatura.cat/documents/523211/606601/G2_Com_Trull_Di%C3%A0legs.pdf

2.1.4 Modificacions del projecte

L'extensió de la xarxa de fibra òptica pública ha patit tant retards com modificacions del seu projecte inicial. Així, el contracte inicial signat l'any 2010 va ser modificat dues vegades:

- Primera modificació (2011): es redueix el cost mensual per seu connectada de 1.035 a 689 €/mensuals. En cap cas s'alteren l'import original del contracte, les inversions associades i la rendibilitat del concessionari. A part, també s'estén el període de concessió de 20 a 21 anys.
- Segona modificació (2012): modificació del contracte degut a motius d'estabilitat pressupostària de la Generalitat. El principal canvi és una reducció de la remuneració del concessionari, que es reequilibra amb una reducció de les inversions requerides al concessionari. Això es tradueix en una disminució de l'extensió de la xarxa de fibra òptica al llarg del territori.

Tot i aquestes modificacions, d'ençà de la signatura del contracte l'any 2010, en què es disposava, aproximadament, de 2.500 quilòmetres de xarxa de fibra òptica, s'han desplegat més de 2.000 quilòmetres de xarxa addicionals durant el contracte de concessió, la qual cosa implica que, a data 31 de desembre de 2018, hi hagi més de 4.500 quilòmetres de xarxa (3.600 quilòmetres de fibres pròpies i 900 quilòmetres amb disponibilitat de fibres en règim de lloguer o amb capacitat d'ús mitjançant convenis de compartició d'infraestructures). Així, s'han connectat 29 de les 42 capitals de comarca. A la taula 2.1 es fa una comparativa entre el contracte inicial, la primera i la segona modificació, així com la diferència entre el contracte inicial i l'última (segona) modificació.

Per tant, segons el Departament de Polítiques Digitals, amb la xarxa actual es disposa d'un punt de presència efectiu a 254 municipis catalans, i es presten 748 serveis d'autoprestació a seus de la Generalitat i 541 serveis majoristes a 76 operadors de telecomunicacions finalistes a data 31 de desembre de 2018. Segons les dades aportades pel Departament de Polítiques Digitals, en l'actualitat els nombre d'operadors superaria la vuitantena.

Els objectius del nou projecte a data 2019 són tenir connectat el conjunt de capitals de comarca quan acabi el 2020 i disposar d'un punt de presència efectiu l'any 2023 a tots els municipis de Catalunya, així com a totes les zones d'activitat econòmica.

Taula 2.1. Contracte original i modificacions de la Xarxa Oberta de Catalunya

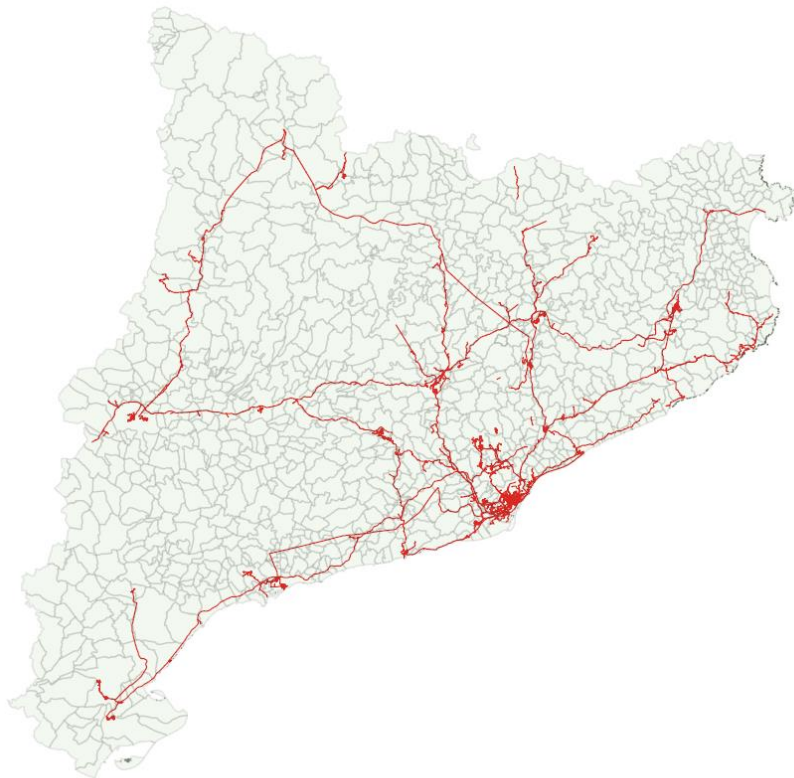
Concepte	Contracte original	1a modificació de contracte	2a modificació de contracte	Diferència entre l'original i la 2a modificació
Seus de la Generalitat a connectar	696	1.040	745	+49
Preu mitjà per servei (€/mes)	1.035	689	689	-346
Municipis	96	105	109	+13
Autoprestació	96	105	56	-40
Majorista	96	105	109	+13
Remuneració total (M€)	208,7	209,9	169,1	-39,6
Part serveis d'autoprestació	151,9	152,2	114,8	-37,1
Part serveis majoristes	56,8	57,7	54,3	-2,5
Inversió del projecte (M€)	76,0	77,8	39,2	-36,8
Part serveis d'autoprestació	68,0	62,8	28,6	-39,4
Part serveis majoristes	8,0	15	10,6	+2,6
Costos d'explotació (M€)	87,7	87,5	89,8	+2,1
Part serveis d'autoprestació	70,4	65,4	66,1	-4,3
Part serveis majoristes	17,3	22,1	23,7	+6,4
Rendibilitat adjudicatari	8,51%	8,53%	9,44%	+0,93 pp
Part serveis d'autoprestació	7,76%	7,11%	6,27%	-1,49 pp
Part serveis majoristes	13,35%	13,08%	17,24%	+3,89 pp

Font: Secretaria de Telecomunicacions, Ciberseguretat i Seguretat Digital.

2.2 Desplegament de la Xarxa Oberta de Catalunya

La xarxa de fibra pública de la Generalitat de Catalunya s'ha anat desplegant al llarg de la geografia catalana. A la figura 2.1 es mostra el desplegament a 31 de desembre de 2019 de la infraestructura de la xarxa pública.

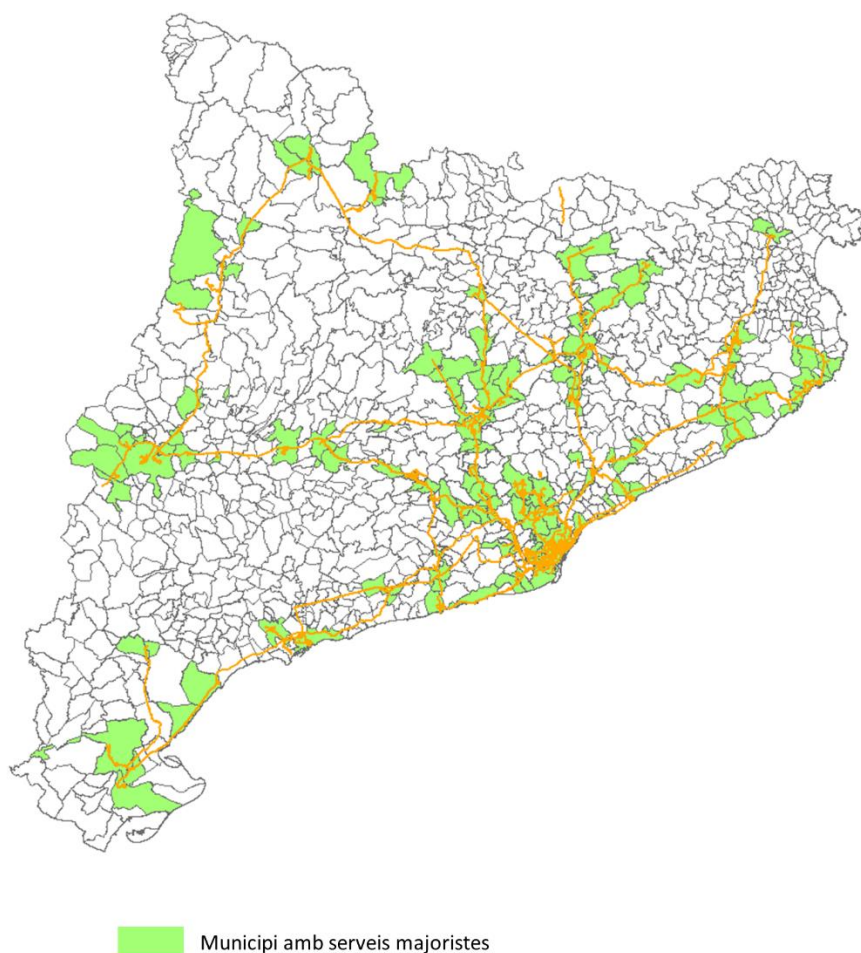
Figura 2.1. Mapa de la xarxa de fibra òptica pública a 31 de desembre de 2019



Font: Secretaria de Polítiques Digitals.

Aquest desplegament de la xarxa de fibra òptica es fa a través de canalitzacions troncales. Això vol dir que, si es vol estendre la xarxa de fibra òptica a l'àmbit del terme d'aquell municipi, al marge de l'autoprestació a les seus de la Generalitat, haurà de ser un operador privat prestador del servei minorista qui en desenvolupi la xarxa. La xarxa oberta de Catalunya connecta les seus de la Generalitat i a més ven l'excedent al mercat majorista a operadors finalistes, que desplegaran la seva pròpia xarxa de fibra. A la figura 2.2 es mostren els municipis on es presenten serveis majoristes de venda d'excedent de fibra.

Figura 2.2. Mapa dels municipis amb operadors finalistes de la XOC

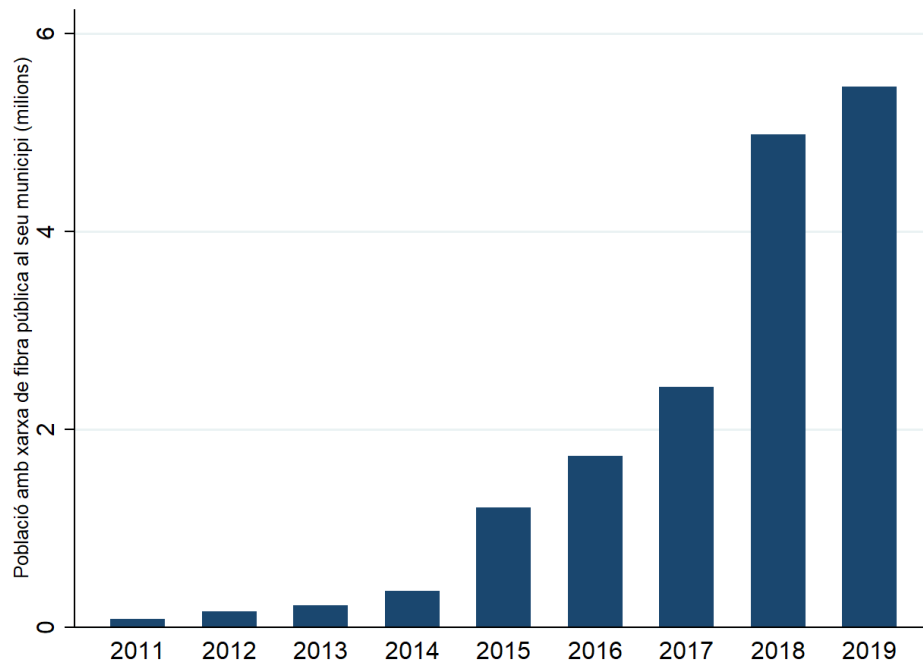


Font: Secretaria de Telecomunicacions, Ciberseguretat i Seguretat Digital.

La figura 2.3 mostra el desplegament al llarg dels anys per als casos en què hi ha serveis majoristes actius. Així, podem saber quina és la part de la població que té accés a un punt d'accés a la xarxa pública de fibra que li arriba al seu municipi quan aquest està sent llogat per algun operador privat. És a dir, no s'inclou la cobertura quan hi ha un punt d'accés a la XOC però aquest no ha estat llogat per cap operador.

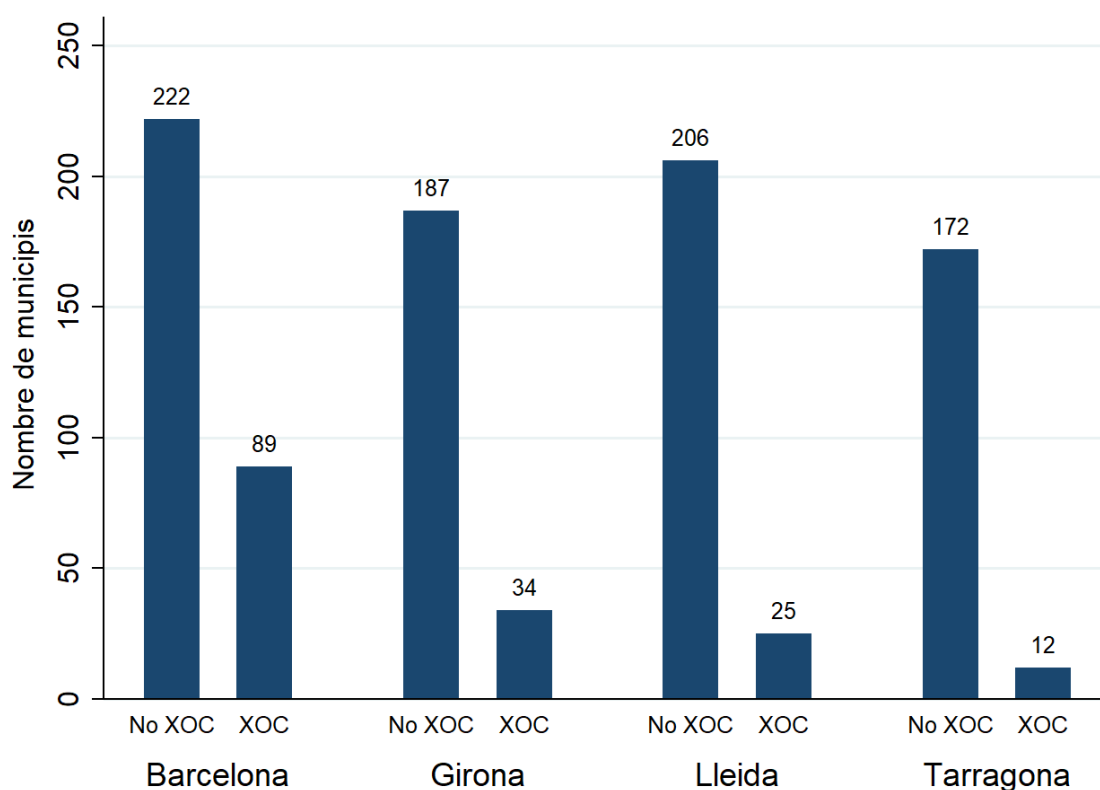
De l'any 2011 a 2014 la població coberta era molt petita i arribava a 362.000 habitants l'any 2014. És a partir de l'any 2015 que comença a créixer, per arribar al 32,11% del total de la població catalana (2.426.000 habitants). A partir de l'any 2018 s'arriba a grans municipis, com Barcelona i Badalona. Així, l'any 2019 el 71,2% de la població de Catalunya (5.466.000 habitants) disposa d'un punt de connexió a Xarxa Oberta en què hi ha com a mínim un contracte de lloguer amb algun operador privat.

Figura 2.3. Evolució temporal de la població coberta per la xarxa de fibra òptica pública activa



Pel que fa al nombre de municipis, l'any 2019 160 municipis dels 947 municipis tenien un punt de connexió a la XOC (16,89%) amb com a mínim un contracte de lloguer amb algun operador privat. Aquest fet contrasta amb la població servida per a aquell mateix any, que arriba al 71,2%. Així, ja tenim un primer indicador que la fibra pública està arribant i sent utilitzada a municipis molt més grans que la mitjana. A la figura 2.4 trobem els municipis on arriba la xarxa pública de fibra l'any 2019 per províncies. Primer, no hi ha cap província on el nombre de municipis amb xarxa de fibra pública activa sigui més gran que els que no en tenen. Segon, la província de Barcelona té més municipis connectats activament a la xarxa de fibra pública que la suma de les tres altres províncies. Entre aquestes, Girona, Lleida i Tarragona, tenen molts menys municipis connectats que Barcelona.

Figura 2.4. Nombre de municipis amb i sense fibra pública activa l'any 2019 per província



Atès que sabem que la xarxa de fibra pública arriba i és utilitzada a municipis amb més població, anem a aprofundir en la mida d'aquesta població. A la figura 2.5 mostrem l'evolució temporal dels municipis connectats i no connectats a la xarxa de fibra pública per a les diferents províncies. Per a qualsevol any i província, sempre es dona que els municipis connectats a la xarxa de fibra pública tenen més població que els que no tenen la xarxa pública activa. Amb el pas del temps, a la província de Barcelona el nombre d'habitants en un municipi amb xarxa de fibra pública ha anat creixent, mentre que a Lleida i Tarragona ha anat disminuint.

Ateses aquestes diferències en termes de població, també es pot mirar si es dona el mateix esquema per a la densitat de població. A la figura 2.6 fem la mateixa anàlisi que a la figura anterior, tant per província, any i municipi amb o sense xarxa de fibra pública activa. Es torna a repetir el mateix esquema: la xarxa de fibra pública es troba en els municipis més densos per a les quatre províncies. Pel que fa a l'evolució temporal d'aquests, aquesta tendència no és tan clara, tot i que es detecta menys densitat poblacional dels municipis amb fibra pública a les províncies de Barcelona, Girona i Tarragona.

Figura 2.5. Nombre mitjà d'habitants anual als municipis amb i sense fibra pública activa per província

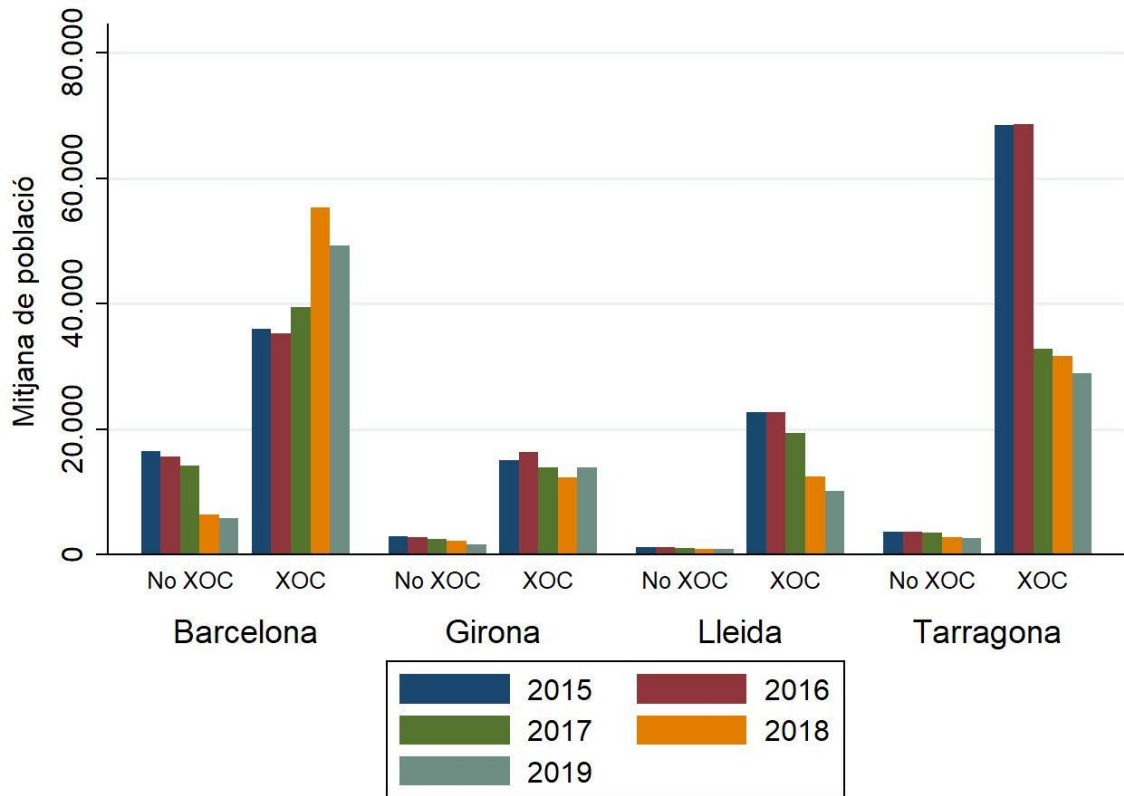
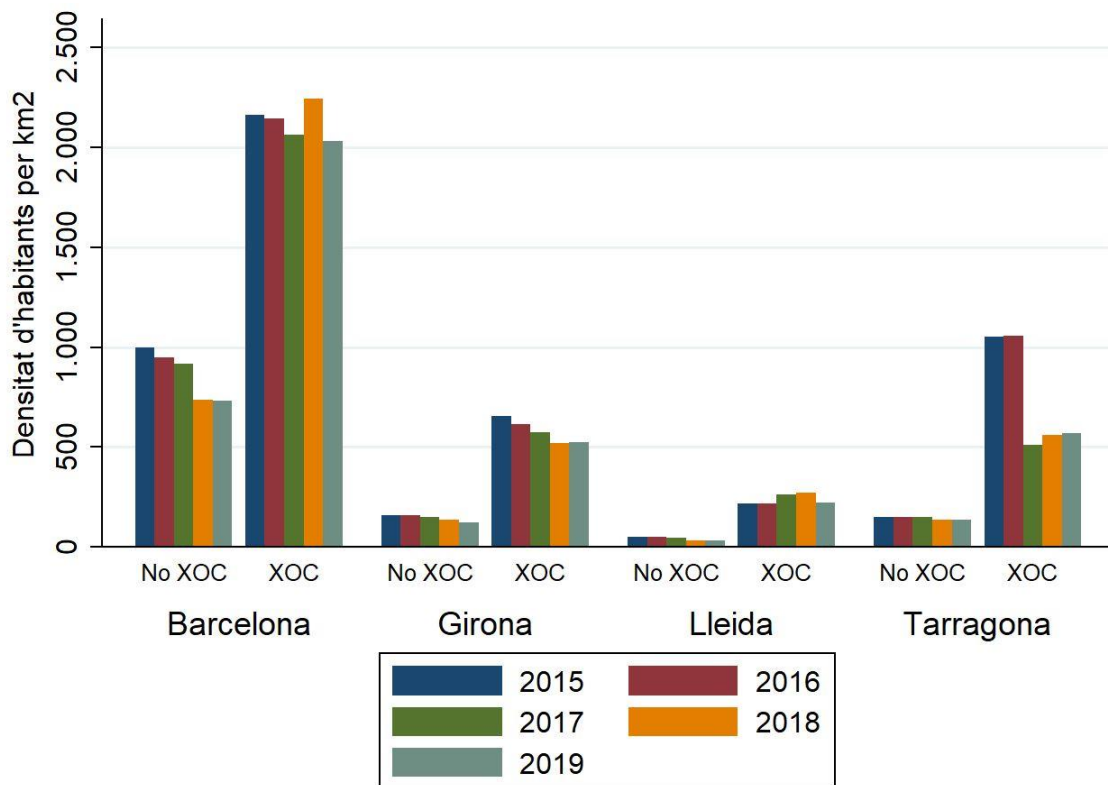


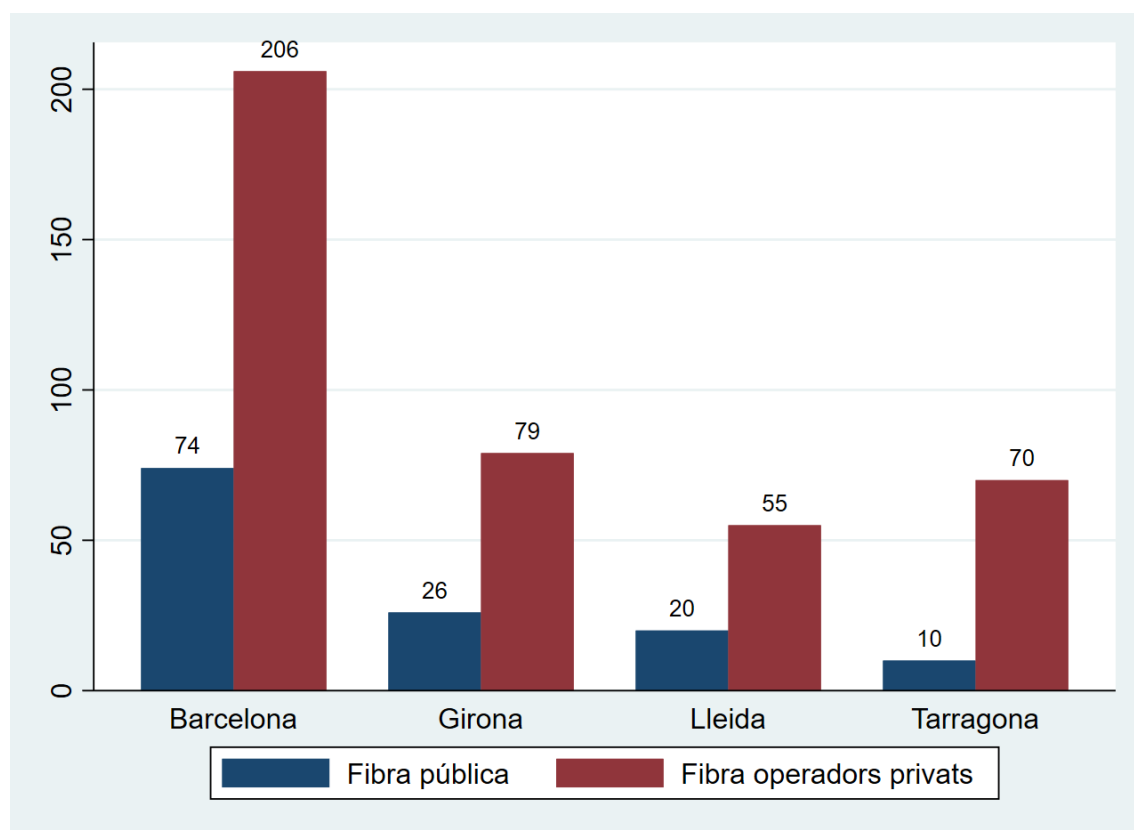
Figura 2.6. Densitat poblacional anual mitjana als municipis amb i sense fibra pública per província



Al llarg d'aquesta descripció hem posat el focus en l'arribada de la xarxa pública i la seva comparació amb els municipis on no arriba. Tanmateix, la infraestructura pública no és l'única que cobreix els municipis amb aquesta tecnologia. Així, a continuació mirarem de comparar el desplegament públic amb el desplegament privat. Per a l'any 2018, a partir de les dades obtingudes per als 5 operadors de dimensió més gran –i per tant els que despleguen infraestructures troncal– i les facilitades pel Departament de Polítiques Digitals, es poden diferenciar tres tipus de municipis: 1) allà on arriba la xarxa de fibra pública, 2) allà on no arriba la xarxa de fibra pública però sí que ho fa alguna xarxa de fibra d'operadors privats, i 3) els llocs on no arriba cap xarxa de fibra òptica. A la figura 2.7 es mostra la comparació per a les províncies catalanes del nombre de municipis coberts amb fibra òptica, i es diferencia entre els coberts per la fibra pública i els coberts per la fibra privada.

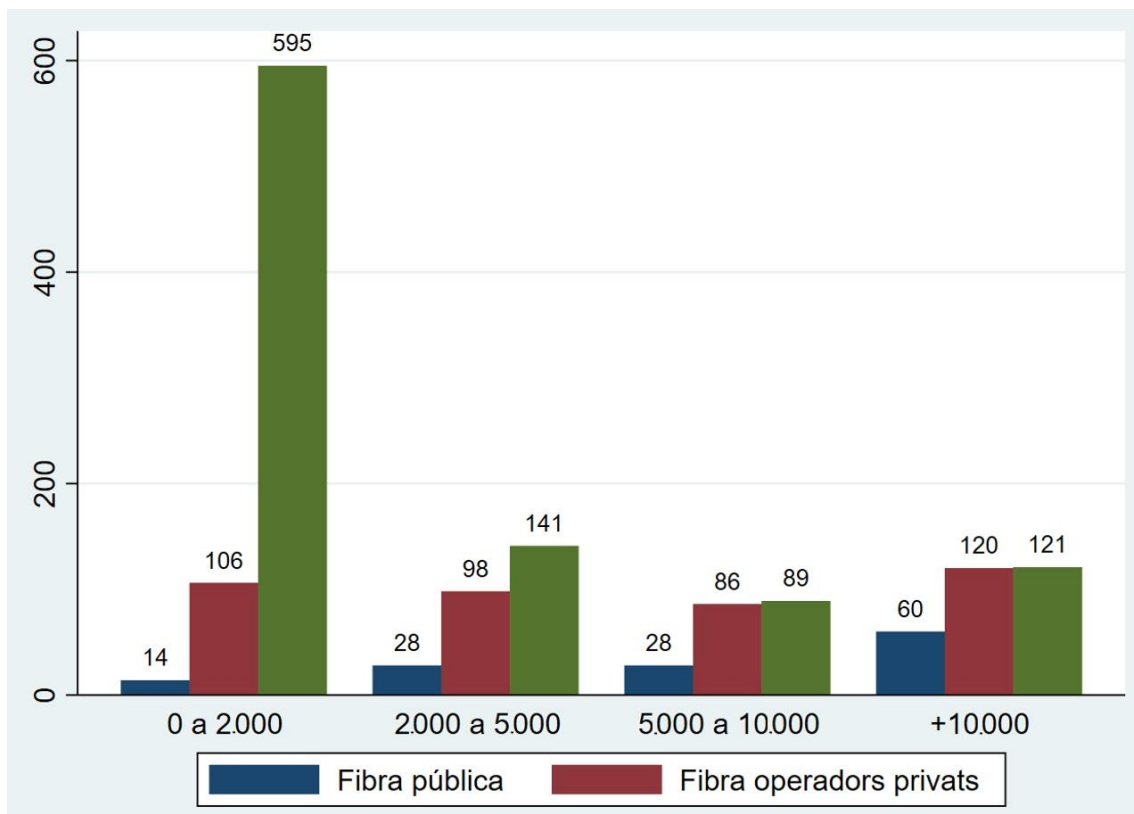
Els operadors de fibra privada arriben a molts més municipis que la xarxa de fibra pública. Proporcionalment, són molt més presents a la província de Barcelona que no pas a la província de Tarragona. Per cada municipi on hi ha xarxa de fibra pública a la província de Barcelona n'hi ha quasi tres en què són presents els operadors privats, mentre que a la província de Tarragona aquesta relació és de set a un.

Figura 2.7. Nombre de municipis amb fibra pública o fibra d'operadors privats l'any 2018 per província



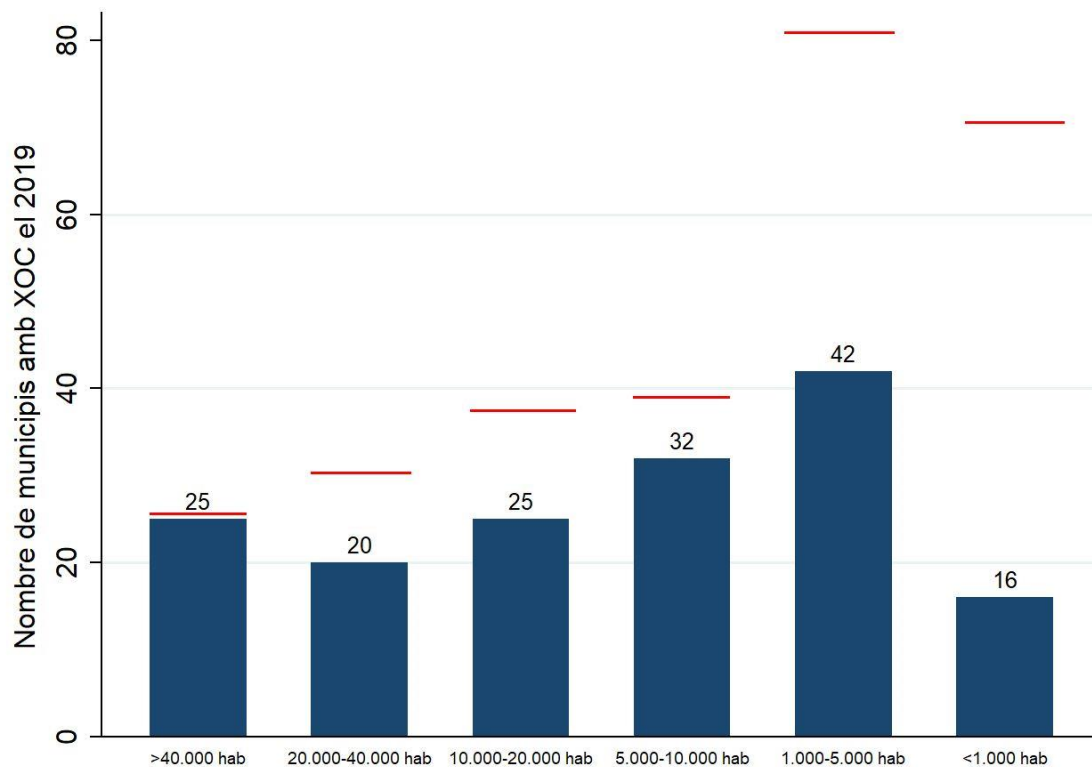
A més, hi ha importants diferències en la mida dels municipis. A la figura 2.8 comparem la mida dels municipis on arriba la fibra pública i on només arriben els operadors privats, així com també aquells on no arriben ni els privats ni el públic. En blau mostrem els municipis on arriba la xarxa de fibra pública, en vermell els operadors privats i en verd el nombre total de municipis en aquella província. Un primer resultat és que hi ha més operadors privats de fibra com més gran és el municipi. Això es dona tant en nombres absoluts com en la proporció de municipis: als municipis més grans arriben més operadors privats. Per exemple, als municipis de més de 10.000 habitants, a 120 de 121 municipis arriba la fibra d'operadors privats, mentre que la fibra pública només arriba a la meitat dels municipis de més de 10.000 habitants. Pel que fa als municipis d'entre 5.000 i 10.000, tan sols a tres municipis no arriben els operadors privats, mentre que la xarxa de fibra pública ho fa en el 31,5% dels municipis. Aquesta proporció continua sent més baixa també tant per als operadors privats com per a l'operador públic per al rang de municipis entre 2.000 i 5.000 habitants. Tot i això, la proporció més accentuada es dona en els municipis més petits, on tant els operadors privats com l'operador públic són molt poc presents.

Figura 2.8. Nombre de municipis amb fibra pública o fibra d'operadors privats segons la mida del municipi



Pel que fa als plans per al desplegament de la xarxa de fibra pública, en una primera fase es volia arribar a tots els municipis de més de 40.000 habitants (26) i a 30 dels 34 municipis d'entre 20.000 i 10.000 habitants. A la figura 2.9 es mostren els municipis als quals s'ha arribat a finals de l'any 2019 i l'objectiu marcat pel projecte Xarxa Oberta l'any 2010. La principal diferència entre municipis objectiu amb connexió a la XOC (línia vermella) i els implantats (gràfic de barres) correspon als municipis més petits, tant els de menys de 1.000 habitants com els d'entre 1.000 i 5.000 habitants. A tall de conclusió, podem dir que la fase I s'ha acabat complint per als municipis de més habitants, mentre que als més petits el grau d'acompliment ha estat molt més baix.

Figura 2.9. Municipis amb xarxa de fibra pública el 2019 i objectiu fixat el 2010



3. AVALUACIÓ DE LA CONTRIBUCIÓ DE LA XARXA DE FIBRA ÒPTICA NEUTRAL A L'INCREMENT DE LA COBERTURA MUNICIPAL

En aquesta secció examinarem com ha evolucionat la cobertura de fibra òptica en l'àmbit municipal a Catalunya els darrers anys i quina ha estat la contribució de la xarxa de fibra òptica neutral promoguda per la Generalitat de Catalunya. Per fer-ho, es fa necessari conèixer els percentatges de cobertura municipals, analitzar la seva evolució temporal i estimar el paper dels diversos determinants de la seva evolució, aïllant l'efecte de la fibra òptica de la Generalitat.

Malauradament, la Generalitat de Catalunya no disposa de les dades de cobertura de fibra òptica dels municipis de Catalunya. Aquestes dades només es troben en mans del Ministeri d'Afers Econòmics i Transformació Digital. El Ministeri publica anualment des de l'any 2015 un informe sobre la cobertura de les diferents tecnologies per a cada comunitat autònoma, anomenat "*Datos particularizados de cobertura de banda ancha en Cataluña*" per al cas de Catalunya. En aquests informes és habitual que es publiqui un mapa anual amb la cobertura municipal per cada tecnologia utilitzant diferents intensitats de color per tal d'indicar diferents intervals de cobertura. Si bé no es publiquen les dades particularitzades dels municipis en termes de percentatge de cobertura, es poden utilitzar aquests mapes per aproximar-s'hi en termes d'intervals de cobertura. Aquests mapes es publiquen en format PDF dins dels informes anuals publicats des de l'any 2015.

La cobertura reportada en els informes del Ministeri prové d'una recopilació de dades relatives a cobertura proporcionada pels operadors de telecomunicacions que presten serveis de banda ampla, amb plataforma tecnològica, i per velocitat d'usuari en sentit descendent, elaborada per SETELECO. Aquesta recopilació es va centrar des de 2012 en les infraestructures de xarxa fixa capaces d'oferir velocitats de 10, 30, 100 Mbps (ADSL, VDSL, HFC o FTTH) i en les de xarxa mòbil amb tecnologia HSPA o HSPA+ (3,5G), capaces d'oferir velocitats pic de fins a 21 Mbps. Per bé que les dades de què disposa el Ministeri estan desagregades a escala d'entitat singular de població, en els mapes publicats en els informes amb dades particularitzades per comunitat autònoma només s'aporten dades a escala municipal. El Ministeri recull la caracterització de la cobertura de banda ampla per tipus d'infraestructura o plataforma tecnològica, i obté la cobertura global de tots els operadors com la més elevada en cada entitat de població (aproximació conservadora que pressuposa un 100% de superposició de cobertures, segons argumenten al Ministeri). La cobertura d'agrupacions superiors de població s'obté a partir de la corresponent a les entitats singulars que la componen tot agregant el nombre de llars cobertes per cadascuna. En

l'annex 1 reportem les 225 empreses que han proporcionat les dades de cobertura en el darrer informe de cobertures de 2019 del Ministeri.

Ateses les restriccions a l'accés a la informació micro de les cobertures, hem aplicat tècniques de reconeixement d'imatge sobre els mapes publicats en PDF per tal d'extreure'n el valor dels intervals de cobertura per a tots els municipis de Catalunya des de l'any 2015 – primer informe amb dades particularitzades per comunitat autònoma– fins a l'any 2019, any de l'últim informe publicat i accessible en línia. Així, l'anàlisi que en podrem fer se circumscriu als canvis en l'estructura dels intervals que s'identifica al llarg d'aquest període de 5 anys.

Aquesta secció s'organitza de la manera següent. Primer, presentem les dades bàsiques de l'evolució de la cobertura de fibra òptica (FTTH) a escala municipal de Catalunya i al llarg del període 2015 i 2019 tenint en compte el desplegament de la xarxa de fibra òptica neutral de la Generalitat de Catalunya. Segon, avaluarem mitjançant mètodes quantitius la contribució singular de la xarxa pública de la Generalitat en l'increment de la cobertura municipal. Per fer-ho, aplicarem mètodes econòmics i quasiexperimentals per tal d'estimar quina és la relació causal entre la infraestructura de la Generalitat i l'increment de cobertures experimentat. És a dir, avaluarem com la fibra òptica promoguda per la Generalitat ha incrementat la cobertura en relació amb el que hauria succeït sense aquesta en els municipis “tractats” amb aquesta política.

3.1 Anàlisi descriptiva de l'evolució

Les figures 3.1 a 3.5 mostren l'evolució de la cobertura municipal d'acord amb els intervals aportats pels informes anuals del Ministeri, segons dades reportades pels operadors de telecomunicacions en relació amb el servei de fibra òptica *Fiber to the home* (FTTH). En l'annex 2 afegim, a més, la comparació entre l'any 2015 i el 2019 de la cobertura d'altres tecnologies (VDSL, HFC, LTE, HSPA, ADSL). En aquestes s'observa com els principals increments de cobertures es trobarien en les tecnologies LTE i HSPA, més enllà de l'FTTH, mentre que la cobertura de VDSL, ADSL i sense fil de més de 30 Mbps no han gaudit d'un canvi significatiu respecte del 2015. Les figures 3.1-3.5 mostren la cobertura reportada pels operadors de telecomunicacions per a l'any en concret d'acord amb els intervals següents en ordre creixent de cobertura:

- 0% de cobertura –**verd més clar**
- Cobertura superior al 0% fins al 25%
- Del 25% al 50%
- Del 50% al 75%
- Superior al 75% però inferior al 100%
- 100% de cobertura –**verd més fosc**



Com pot observar-se en les figures i la seva evolució, la cobertura de fibra òptica ha experimentat un notable increment en el conjunt del país. De fet, el 45% dels municipis de Catalunya haurien experimentat un increment en l'interval de cobertura entre l'any 2015 i l'any 2019. Dels 854 municipis de Catalunya per als quals no es reportava cobertura d'operadors de fibra òptica el 2015 (cobertura del 0%), 373 haurien rebut cobertura al llarg del període 2015-2019. És a dir, el 43,7% han passat de no tenir cobertura declarada pels operadors a tenir-ne. Tanmateix, cal tenir en compte que només 81 municipis (8,5%) reporten un 100% de cobertura, per bé que es tracta de municipis molt poblats, amb una mitjana superior als 40.000 habitants, mentre que la mitjana de la resta de municipis és inferior als 5.000 habitants. En conjunt, els municipis amb màxima cobertura el 2019 sumen més de 3,5 milions de ciutadans. Si considerem una cobertura mínima del 75%, aleshores hi trobaríem més de 6 milions de ciutadans. Si ho comparem amb el 2015, trobem que aquesta xifra era d'uns 4 milions –i d'uns 2,6 milions per a la cobertura del 100%. Així, s'hi haurien afegit més de 2 milions de persones en aquest elevat interval de cobertura mínima del 75% – i uns 900.000 a la cobertura màxima del 100%.

Pel que fa als municipis sense cobertura (0%), la població total sense cobertura el 2015 era de 2,4 milions de persones i el 2019 ja era només de 335.000. Així, les zones més poblades de Catalunya haurien pogut accedir a la tecnologia, mentre que les més despoblades tindrien encara un nivell de cobertura del 0%, tal com es reporta el 2019 en un 51% dels municipis on viurien aquests 335.000 habitants. Una ràpida caracterització d'aquests municipis ens indica que es tracta de municipis dispersos (més de 3 entitats singulars de mitjana), amb molt baixa densitat de població (74 hab/km² de mitjana), lleugerament envellits en termes relatius (amb un 24% de mitjana d'habitants d'edat igual o superior als 65 anys) i de renda inferior a la mitjana. Tots aquests elements dificulten el desplegament d'infraestructures privades guiades sota criteris de mercat.

Les figures ens mostren com les zones més denses del país han anat incrementant ràpidament la seva cobertura amb un nucli inicial a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i a les altres capitals de província, que s'hauria anat estenent primer al voltant dels nuclis inicials, com per exemple a la Regió Metropolitana de Barcelona, i particularment al llarg de tota la costa catalana. És probablement a partir de l'informe del 2017 quan comencem a veure una dispersió més gran de les cobertures pel país, si bé sempre reforçant l'increment de cobertures en els àmbits més poblats del litoral i de les quatre capitals catalanes.

Figura 3.1. Municipis de Catalunya segons l'interval de cobertura d'FTTH. Any 2015

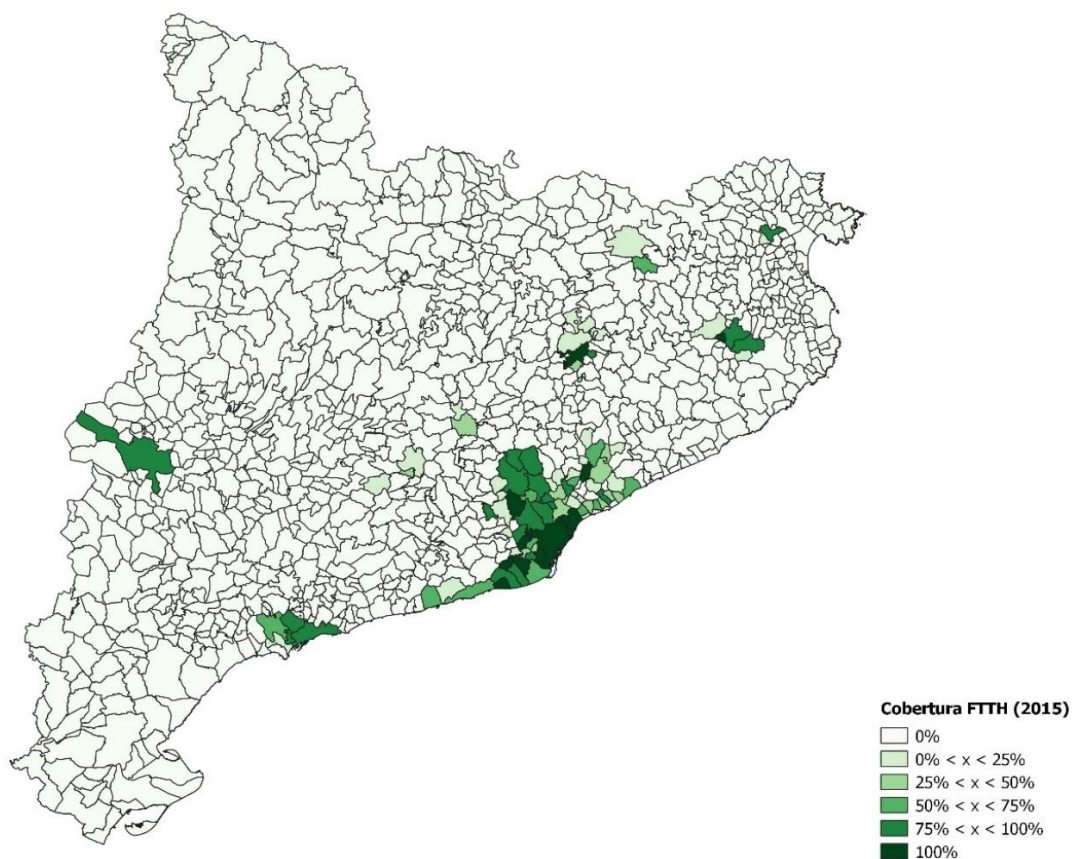


Figura 3.2. Municipis de Catalunya segons l'interval de cobertura d'FTTH. Any 2016

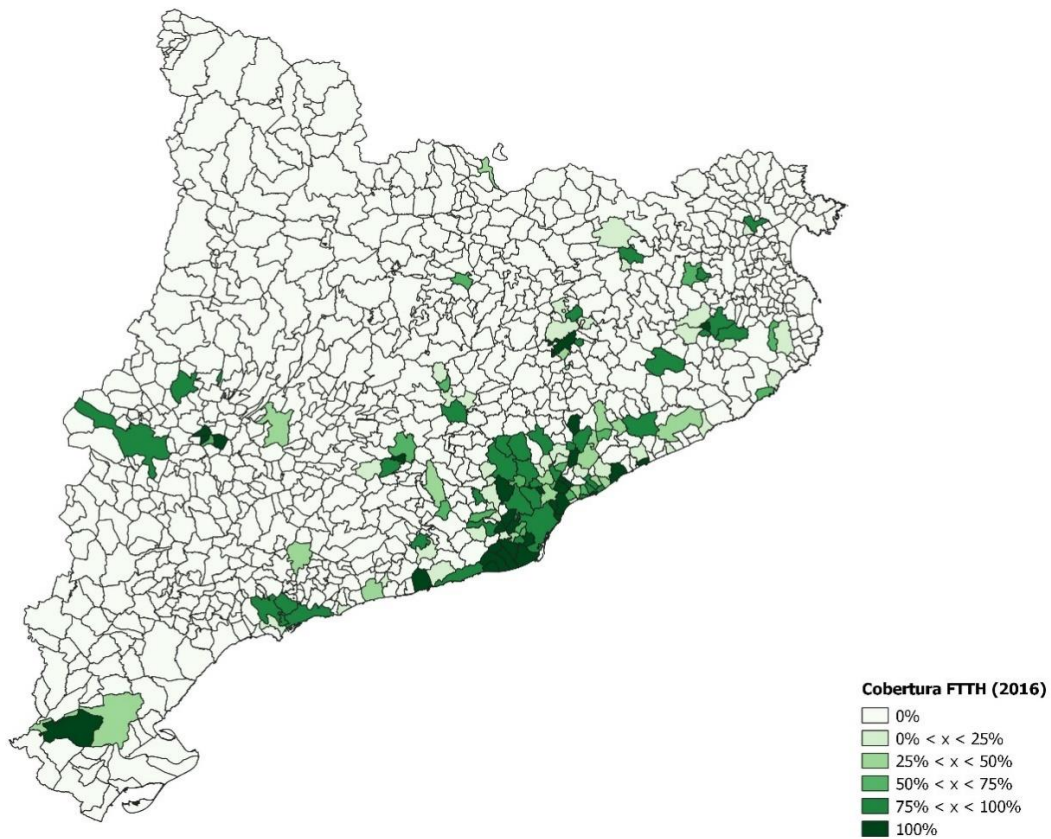


Figura 3.3. Municipis de Catalunya segons l'interval de cobertura d'FTTH. Any 2017

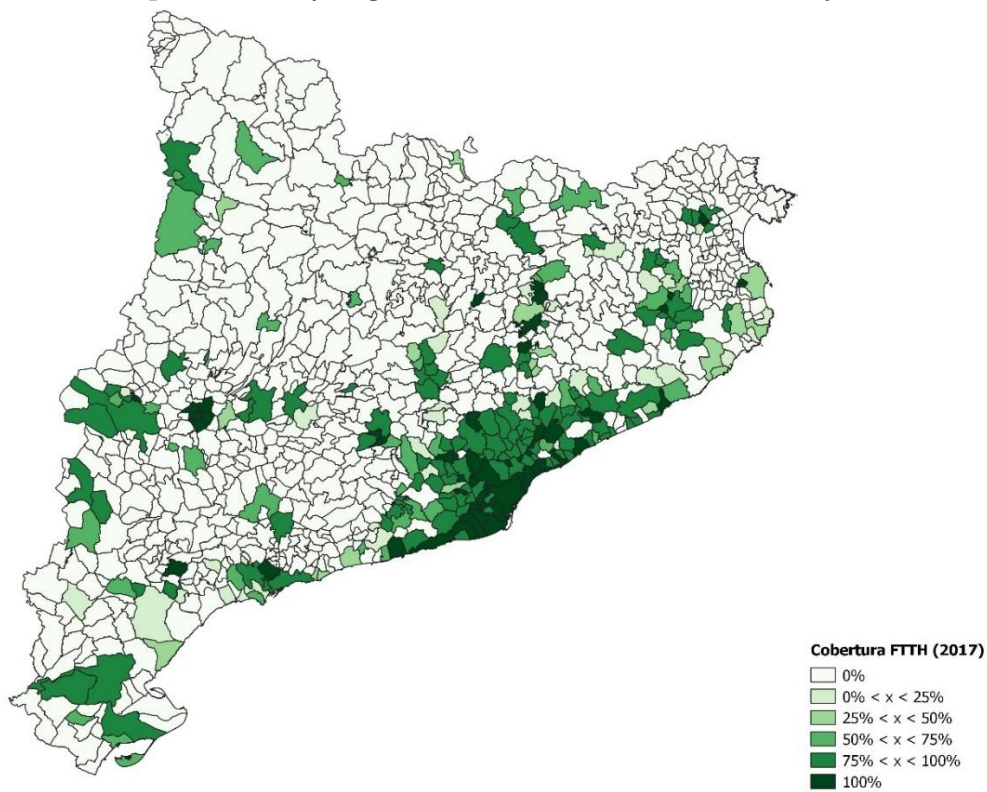


Figura 3.4. Municipis de Catalunya segons l'interval de cobertura d'FTTH. Any 2018

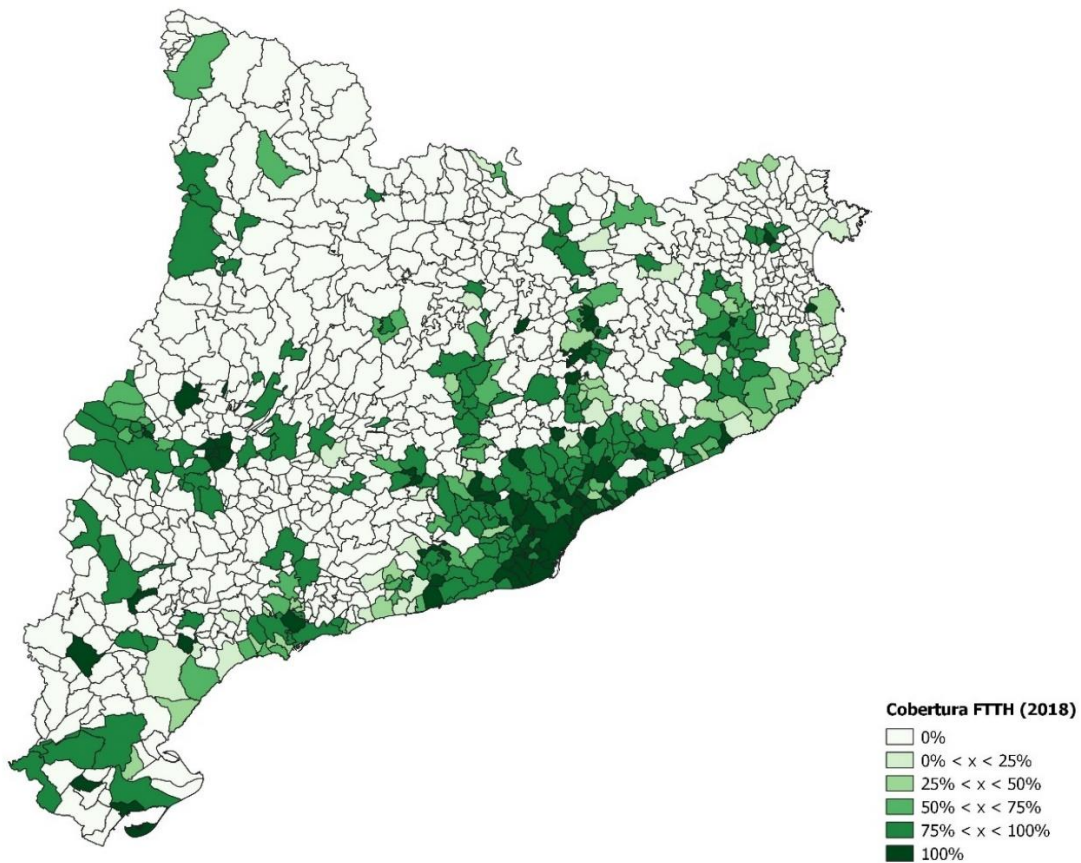
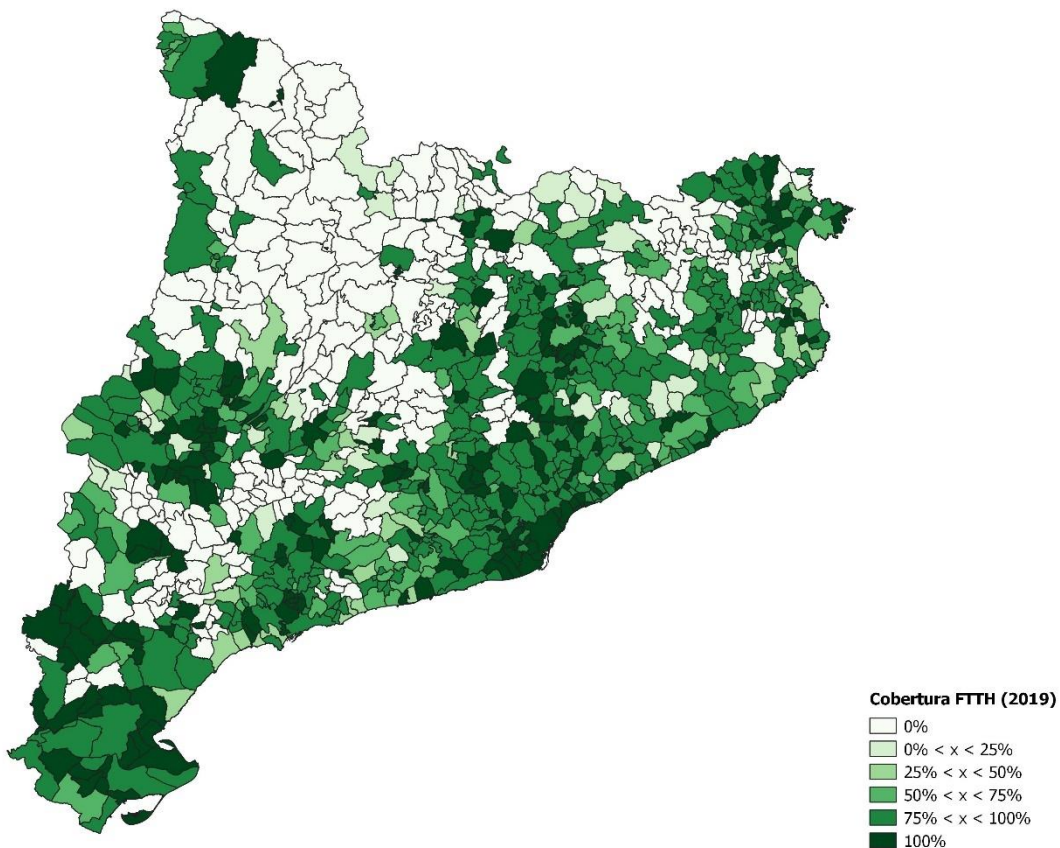


Figura 3.5. Municipis de Catalunya segons l'interval de cobertura d'FTTH. Any 2019



La taula 3.1 mostra la distribució de municipis segons l'any, l'interval de cobertura i l'interval de població. En primer lloc, observem en les primeres files l'evolució anual de la cobertura per intervals per al conjunt del país. Tal com s'hi mostra, el 2015 hi havia 854 municipis en què els operadors reportaven absència de cobertura, la qual cosa significava que en el 90% dels municipis la cobertura reportada al Ministeri era del 0%. Aquest percentatge ha anat disminuint progressivament al llarg dels 5 anys analitzats, fins a fixar-se en el 51% de l'any 2019, com ja havíem esmentat anteriorment.

La cobertura màxima només la gaudien l'1,37% dels municipis, mentre que el 2019 aquesta cobertura màxima la trobem en el 8,55% dels municipis, tal com hem comentat més amunt. La resta d'interval experimenten tots un increment al llarg dels 5 anys amb l'única excepció del 0%. L'interval que més increment experimenta és el relatiu a l'interval entre el 75% i el 99%. El 2015, en aquest interval trobàvem el 2,53% dels municipis, mentre que el 2019 hi trobem el 20,27%. Així, la suma dels intervals 5 i 6 ens permet calcular el percentatge de municipis amb una cobertura mínima del 75%. El 2015 només el 3,90% dels municipis es trobaven per sobre d'aquest mínim, mentre que el 2019 aquest percentatge era ja del 28,82%. Si hi afegim l'interval 4, amb cobertures de com a mínim el 50%, trobem que més d'un terç dels municipis es trobarien per sobre d'aquesta cobertura mínima quan el 2015 no representaven ni el 5% de total. Si analitzem els canvis anuals, confirmem que l'any 2017 suposa un salt molt important, especialment pel que fa a la cobertura a partir del 75%. El salt de l'interval entre el 75% i el 99% hauria augmentat un 153%.

La principal excepció a aquesta transició creixent de cobertures al llarg del temps serien els municipis més grans, que ja el 2015 gaudien de nivells de cobertura molt elevats. Per exemple, 18 dels 23 municipis de més de 50.000 habitants tenien ja una cobertura mínima del 75%. Aquests elements tenen tot el sentit econòmic, si tenim en compte que les inversions guiades sota criteris de mercat tendeixen a prioritzar els mercats més atractius i on el retorn a la inversió és més favorable. Així, sembla raonable que les cobertures ja fossin més elevades el 2015 en els municipis grans i que hagin estat els municipis més petits els que hi hagin convergit incrementant les cobertures al llarg del temps i que encara es trobin lluny d'assolir elevats nivells de cobertura. En aquest sentit, només cal apuntar que per sota dels 10.000 habitants, on trobem el 87% dels municipis (736), només 37 reporten la màxima cobertura i només 139 una d'un mínim del 75%.

Taula 3.1. Nombre de municipis per intervals de cobertura entre 2015 i 2019

	Intervals de cobertura	2015	2016	2017	2018	2019
Catalunya	1	854 (90,18)	804 (84,90)	674 (71,17)	602 (63,57)	483 (51,00)
	2	30 (3,17)	37 (3,91)	33 (3,48)	31 (3,27)	72 (7,60)
	3	14 (1,48)	18 (1,90)	20 (2,11)	30 (3,17)	32 (3,38)
	4	12 (1,27)	17 (1,80)	40 (4,22)	46 (4,86)	87 (9,19)
	5	24 (2,53)	39 (4,12)	117 (12,35)	159 (16,79)	192 (20,27)
	6	13 (1,37)	32 (3,38)	63 (6,65)	79 (8,34)	81 (8,55)
	Total	947	947	947	947	947
Pobl.<2.000	1	588 (62,09)	586 (61,88)	553 (58,39)	542 (57,23)	461 (48,68)
	2	5 (0,53)	6 (0,63)	12 (1,27)	12 (1,27)	32 (3,37)
	3	1 (0,10)	1 (0,10)	1 (0,10)	4 (0,42)	11 (1,16)
	4	-	-	9 (0,95)	8 (0,84)	24 (2,53)
	5	-	-	13 (1,37)	14 (1,48)	48 (5,07)
	6	-	3 (0,32)	8 (0,84)	15 (1,58)	18 (1,90)
	Total	594 (62,72)	596 (62,93)	596 (62,93)	595 (62,83)	594 (62,72)
2.000< Pobl.< 10.000	1	205 (21,65)	188 (19,85)	112 (11,83)	57 (6,02)	20 (2,11)
	2	15 (1,58)	16 (1,69)	18 (1,90)	14 (1,48)	30 (3,17)
	3	3 (0,32)	6 (0,63)	13 (1,37)	18 (1,90)	16 (1,69)
	4	2 (0,21)	6 (0,63)	24 (2,53)	33 (3,48)	56 (5,91)
	5	6 (0,63)	9 (0,95)	45 (4,75)	86 (9,08)	83 (8,76)
	6	1 (0,10)	5 (0,53)	18 (1,90)	23 (2,43)	27 (2,85)
	Total	232 (24,50)	230 (24,29)	230 (24,29)	231 (24,39)	232 (24,50)
10.000< Pobl.< 20.000	1	41 (4,33)	21 (2,22)	8 (0,84)	3 (0,32)	-
	2	7 (0,74)	11 (1,16)	1 (0,10)	3 (0,32)	5 (0,53)
	3	4 (0,42)	5 (0,53)	3 (0,32)	5 (0,53)	4 (0,42)
	4	4 (0,42)	9 (0,95)	4 (0,42)	2 (0,21)	4 (0,42)
	5	1 (0,10)	8 (0,84)	32 (3,38)	32 (3,38)	31 (3,27)
	6	-	3 (0,32)	9 (0,95)	12 (1,27)	11 (1,16)
	Total	57 (6,02)	57 (6,02)	57 (6,02)	57 (6,02)	55 (5,81)
20.000< Pobl.< 50.000	1	20 (2,11)	9 (0,95)	1 (0,10)	-	2 (0,21)
	2	3 (0,32)	4 (0,42)	2 (0,21)	2 (0,21)	5 (0,53)
	3	5 (0,53)	6 (0,63)	3 (0,32)	3 (0,32)	1 (0,10)
	4	2 (0,21)	2 (0,21)	3 (0,32)	3 (0,32)	3 (0,32)
	5	7 (0,74)	10 (1,05)	16 (1,69)	16 (1,69)	18 (1,90)
	6	4 (0,42)	10 (1,05)	16 (1,69)	17 (1,79)	14 (1,48)
	Total	41 (4,33)	41 (4,33)	41 (4,33)	41 (4,33)	43 (4,54)
Pobl.>50.000	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-
	3	1 (0,10)	-	-	-	-
	4	4 (0,42)	-	-	-	-
	5	10 (1,05)	12 (1,27)	11 (1,16)	11 (1,16)	12 (1,27)
	6	8 (0,84)	11 (1,16)	12 (1,27)	12 (1,27)	11 (1,16)
	Total	23 (2,43)	23 (2,43)	23 (2,43)	23 (2,43)	23 (2,43)

Font: elaboració pròpia.

Nota: percentatges entre parèntesis sobre el conjunt de municipis de Catalunya.

El Ministeri té accessible la informació de cobertures per nuclis de població per a l'any 2020 per comunitat autònoma, província i municipi. D'aquesta manera, podem examinar breument quina és la situació actual a escala inframunicipal. En el conjunt de Catalunya hi ha 3.902 entitats singulars. Aquestes es distribueixen segons les cobertures d'acord amb el que mostren les figures 3.6 i 3.7, que són histogrames de la densitat de municipis per a cada nivell de cobertura per a les velocitats de 100 Mbps o superiors, en el primer cas, i de 30 Mbps o superior en el segon cas. Els histogrames ens mostren una realitat molt dual a Catalunya, especialment pel que fa a la cobertura de velocitats de xarxes fixes capaces de suportar la prestació de serveis de banda ampla de xarxes d'HFC i FTTH de 30 Mbps o superior. Veiem que la concentració més gran de municipis es troba en el nivell mínim, que indica la manca de cobertura (0%), i en els nivells més alts de cobertura, especialment a partir del 75% de cobertura. D'acord amb les dades, 2.569 (66%) entitats singulars del país no disposen de cobertura de 100 Mbps o superior i 1.014 (26%) no disposen de cobertura de 30 Mbps o superior. Així, dos terços de les entitats singulars encara no disposen de les màximes velocitats i més d'una quarta part no disposa ni tan sols de les velocitats mínimes de 30 Mbps.

Figura 3.6. Histograma de la densitat d'entitats singulars per nivell de cobertura de 100 Mbps o superior a Catalunya

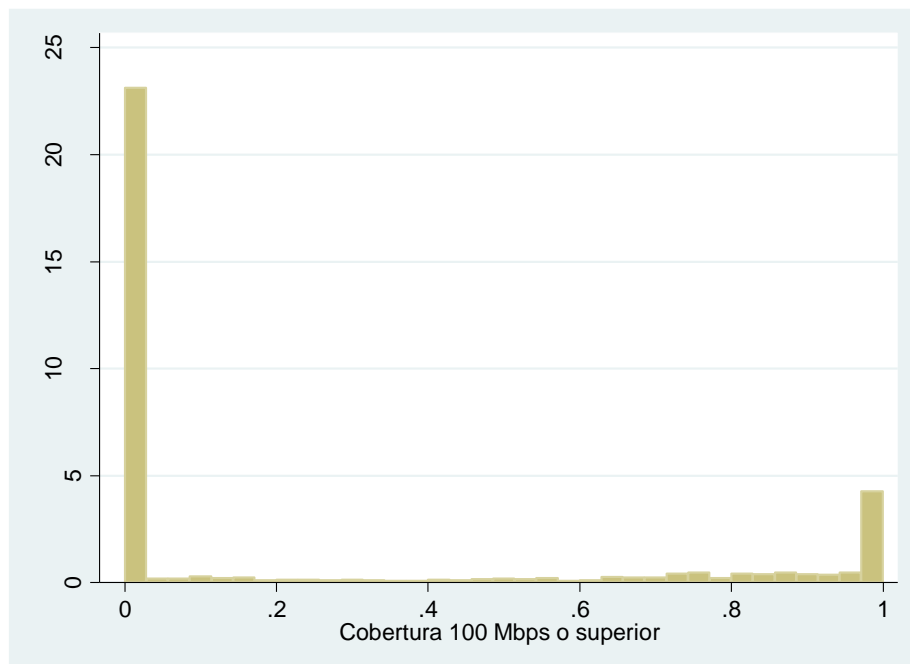
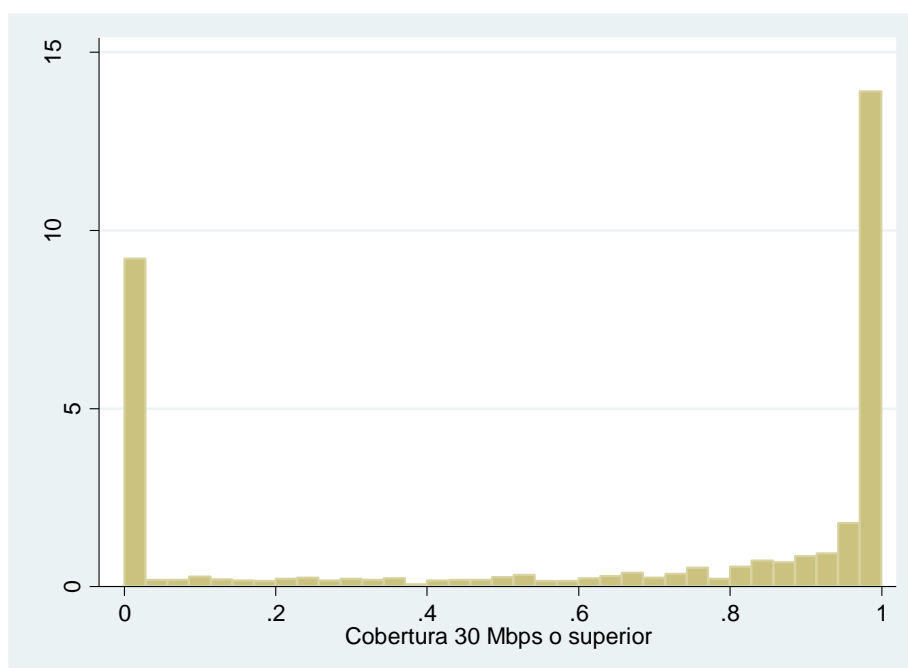


Figura 3.7. Histograma de la densitat d'entitats singulars per nivell de cobertura de 100 Mbps o superior



Taula 3.2. Dades de cobertura per a velocitats de 100 Mbps o superior per província. Entitats singulars de Catalunya. Any 2019

Província	Entitats singulars	Freqüència cobertura = 0%	% Catalunya	% província	Freqüència cobertura >75%	% Catalunya	% província
Barcelona	1.316	546	13,99	41,50	542	13,89	41,18
Girona	1.076	784	20,09	72,86	132	3,38	12,27
Lleida	1.024	926	23,73	90,43	43	1,10	4,20
Tarragona	486	313	8,00	64,40	97	2,49	19,96
	3.902	2.569	65,8	-	814	20,86	-

Si examinem les províncies a la taula 3.2, identifiquem un pes molt important dels municipis sense cobertures en totes les províncies, però particularment en les de Girona i Lleida, amb percentatges sobre el conjunt de Catalunya del 20 i del 23%, respectivament. En termes de percentatges sobre les entitats singulars de la mateixa província, trobem que en el cas de Girona aquestes representen el 72,86% i a Lleida arriben a representar més del 90%. Per contra, els municipis de cobertura més gran, com a mínim del 75%, es troben principalment a la província de Barcelona, per bé que pel que fa al conjunt del país només una de cada cinc entitats es trobaria per sobre d'aquest valor. La província amb una presència més gran d'aquests alts valors de cobertura és precisament la província de Barcelona, seguida

de Tarragona. Finalment, tenim de nou les províncies de Girona i Lleida, especialment la darrera, amb molt poca presència d'aquesta cobertura mínima del 75%.

Pel que fa a la província de Barcelona, la que té el nombre més gran d'entitats singulars i és també la més poblada, i on per tant podrien esperar-se nivells més grans de cobertura, trobem que segons les dades del Ministeri el 41% (546) de les entitats singulars no disposen de cobertura de xarxes fixes d'HFC i FTTH capaces de suportar la prestació de serveis de banda ampla a velocitats de 100 Mbps o superiors. En el cas de 166 (12,6%), tampoc disposen de xarxes d'HFC i FTTH capaces de suportar la prestació de serveis de banda ampla a velocitats de 30 Mbps o superiors. En l'extrem oposat, trobem que el 24,5% de les entitats singulars disposen de cobertura màxima (del 100%) de velocitats de 100 Mbps o superior i el 41% disposen de cobertures superiors al 75%. Pel que fa a les velocitats de 30 Mbps o superiors, trobem que el 43% tenen cobertures màximes a aquestes velocitats i el 71% ja disposen de com a mínim el 75% de cobertura.

A Barcelona, les entitats sense cobertura de 100 Mbps tenen una població mitjana de 163 persones, mentre que les entitats amb cobertura màxima tenen de mitjana una població de més de 14.000 habitants. La població mitjana en entitats amb cobertures inferiors al 50% és de 244, mentre que per sobre del 50% trobem una població mitjana de 8.190 habitants. Així, s'evidencia clarament que la cobertura està molt lligada a la mida de l'entitat singular igual que ho estava a la mida del municipi. Els resultats d'aquesta anàlisi són similars per a la resta de províncies. La població mitjana sense cobertura es trobaria entre els 180 i els 350 habitants, mentre que la cobertura superior al 75% es trobaria en entitats singulars amb una població mitjana d'entre 2.956 i 6.288 habitants en la resta de províncies.

La taula 3.3 mostra de nou l'evolució de les cobertures municipals entre el 2015 i el 2019, també per interval de població, ara diferenciant entre els municipis que han rebut la xarxa de la Generalitat en algun moment fins al 2019 i els que no. En el conjunt el país, trobem que dels 854 municipis sense cobertura el 2015 115 han estat connectats a la xarxa de la Generalitat, mentre que la resta no ho ha estat. Si mirem com es distribueix aquest interval el 2019, observem com dels municipis connectats a la xarxa de la Generalitat només 16 encara reporten un 0% de cobertura per part dels operadors privats. La reducció en el nombre de municipis ha estat més marcada allí on ha arribat la xarxa de la Generalitat, mentre que en la resta de municipis la reducció ha estat d'una intensitat relativa inferior. Pel que fa al primer grup, 99 municipis (86%) haurien obtingut cobertures dels operadors privats i haurien abandonat així el primer interval de cobertura del 0%. En el segon grup, 272

municipis (37%), una xifra relativa que mostra una transició inferior cap a nivells de cobertura positius. Un interval especialment interessant a observar, atès l'atractiu de mercat inferior per les seves característiques demogràfiques, és el dels municipis petits. Si bé l'any 2015 es trobaven majoritàriament concentrats en els primers intervals de menys cobertura, observem com tant els casos tractats com els no tractats han fet una clara transició cap a la resta d'intervals superiors. Tanmateix, cal esmentar que tot i el nombre limitat de casos la intensitat de transició des de la no cobertura ha estat més gran per als municipis tractats. Més de la meitat dels municipis de menys de 2.000 habitants que es troben en el grup tractat han abandonat l'interval de manca de cobertura, mentre que en el cas dels no tractats aquest percentatge és del 20%, és a dir, una cinquena part.

També és il·lustratiu examinar l'interval entre 2.000 i 10.000 habitants. En aquest cas sí que observem una gran intensitat de millora similar en els dos grups, tant dels tractats com dels no tractats. El 93% dels municipis tractats haurien abandonat la manca de cobertura, mentre que en el grup no tractat el percentatge se situa en un pròxim 89%. Aquests municipis tenen ja una dimensió més gran, la qual cosa pot facilitar l'arribada de la fibra òptica amb criteris de mercat.

De fet, una estimació *Median Spline* per la relació entre població i grau de cobertura de fibra –restringint la mostra fins als 5.000 habitants–, com la mostrada en la figura 3.8, ens indica una relació creixent a partir dels 1.000 habitants. Tanmateix, la figura 3.9, que amplia l'estimació fins als 20.000 habitants, mostraria que aquest increment no és lineal per a tota la distribució de la població, ja que a partir dels 7.500 habitants la relació deixaria de ser creixent i es tornaria constant amb la població. En el cas de restringir la mostra només als municipis que tenen accés a la xarxa de la Generalitat aquest punt d'inflexió es troba lleugerament per nivells inferiors de població. En lloc dels 7.500, trobem que la relació esdevé constant amb la població a partir dels 5.000 habitants, aproximadament. El més interessant és observar que per al cas dels municipis que tenen la infraestructura de la Generalitat es necessita una mida de població inferior per accedir al nivell de cobertura 5, que implica un nivell mínim del 75% (figura 3.10). Quan no distingim amb una mida de població de 5.000 habitants s'estima que s'assoleix un interval de cobertura 4, és a dir, entre el 50 i el 75%, mentre que amb la mateixa mida s'estima que per als municipis tractats es pugui assolir l'interval superior. Això apuntaria al fet que l'existència d'un desplegament públic podria estar fet més disponible la infraestructura que el mateix mercat, ja que els criteris de desplegament no obeïrien de manera estricta al criteri de retorn empresarial que probablement requereixen els mercats d'una mida més gran.

Taula 3.3. Nombre de municipis per intervals de cobertura per a 2015 i 2019. Tractats (T=1) vs. no tractats (T=0)

	Intervals de cobertura	2015		2019	
		1	0	1	0
Catalunya	1	115 (12,14)	739 (78,03)	16 (1,69)	467 (49,31)
	2	9 (0,95)	21 (2,22)	21 (2,22)	51 (5,38)
	3	4 (0,42)	10 (1,05)	7 (0,74)	25 (2,64)
	4	8 (0,84)	4 (0,42)	20 (2,11)	67 (7,07)
	5	16 (1,69)	8 (0,84)	65 (6,86)	127 (13,41)
	6	8 (0,84)	5 (0,53)	31 (3,27)	50 (5,28)
	Total	160 (16,90)	787 (83,10)	160 (16,90)	787 (83,10)
Pobl.<2.000	1	24 (2,53)	564 (59,56)	11 (1,16)	450 (47,52)
	2	-	5 (0,53)	6 (0,63)	26 (2,74)
	3	-	1 (0,10)	1 (0,10)	10 (1,05)
	4	-	-	3 (0,32)	21 (2,21)
	5	-	-	2 (0,21)	46 (4,86)
	6	-	-	1 (0,10)	17 (1,79)
	Total	24 (2,53)	570 (60,19)	24 (2,53)	570 (60,19)
2.000< Pobl.< 10.000	1	61 (6,44)	144 (15,20)	4 (0,42)	16 (1,69)
	2	4 (0,42)	11 (1,16)	11 (1,16)	19 (2,01)
	3	-	3 (0,32)	4 (0,42)	12 (1,27)
	4	-	2 (0,21)	13 (1,37)	43 (4,54)
	5	1 (0,10)	5 (0,53)	27 (2,85)	56 (5,91)
	6	-	1 (0,10)	7 (0,74)	20 (2,11)
	Total	66 (6,97)	166 (17,53)	66 (6,97)	166 (17,53)
10.000< Pobl.< 20.000	1	20 (2,11)	21 (2,22)	-	-
	2	3 (0,32)	4 (0,42)	1 (0,10)	4 (0,42)
	3	1 (0,10)	3 (0,32)	2 (0,21)	2 (0,21)
	4	2 (0,21)	2 (0,21)	3 (0,32)	1 (0,10)
	5	-	1 (0,10)	14 (1,48)	17 (1,79)
	6	-	-	5 (0,52)	6 (0,63)
	Total	26 (2,74)	31 (3,27)	25 (2,64)	30 (3,17)
20.000< Pobl.< 50.000	1	10 (1,05)	10 (1,05)	1 (0,10)	1 (0,10)
	2	2 (0,21)	1 (0,10)	3 (0,32)	2 (0,21)
	3	2 (0,21)	3 (0,32)	-	1 (0,10)
	4	2 (0,21)	-	1 (0,10)	2 (0,21)
	5	5 (0,53)	2 (0,21)	10 (1,05)	8 (0,84)
	6	1 (0,10)	3 (0,32)	8 (0,84)	6 (0,63)
	Total	22 (2,32)	19 (2,01)	23 (2,43)	20 (2,11)
Pobl.>50.000	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	1 (0,10)	-	-	-
	4	4 (0,42)	-	-	-
	5	10 (1,05)	-	12 (1,27)	-
	6	7 (0,74)	1 (0,10)	10 (1,05)	1 (0,10)
	Total	22 (2,32)	1 (0,10)	22 (2,32)	1 (0,10)

Nota: percentatges entre parèntesis.

Figura 3.8. Estimació Median Spline entre població i interval de cobertura de l'any 2019. Població fins a 5.000 habitants

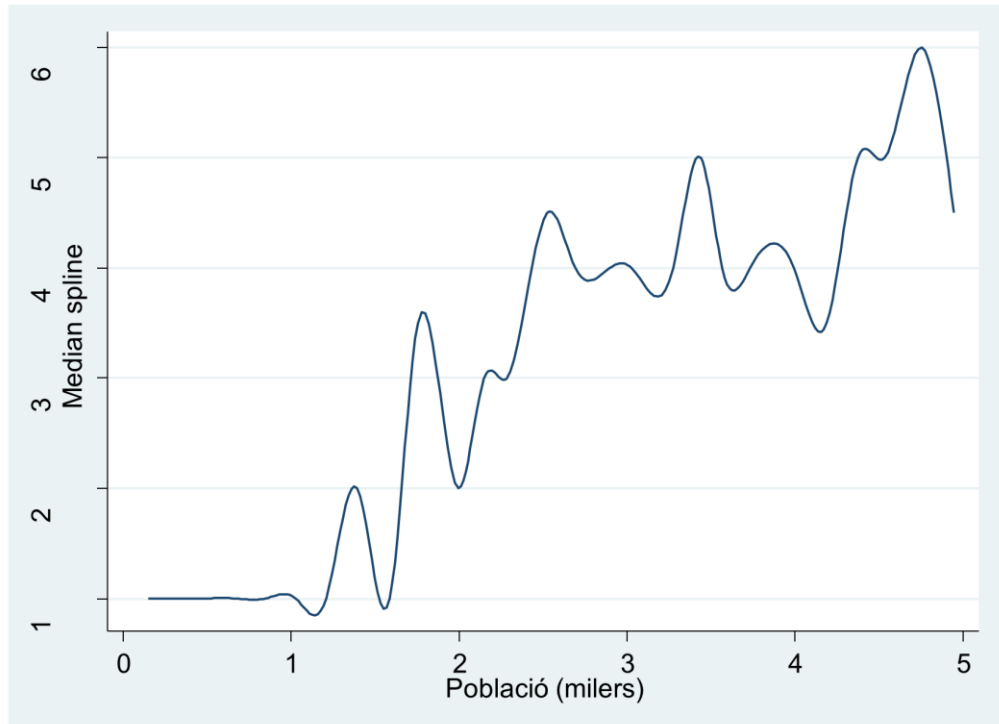


Figura 3.9. Estimació Median Spline entre població i interval de cobertura de l'any 2019. Població entre 1.000 i 20.000 habitants

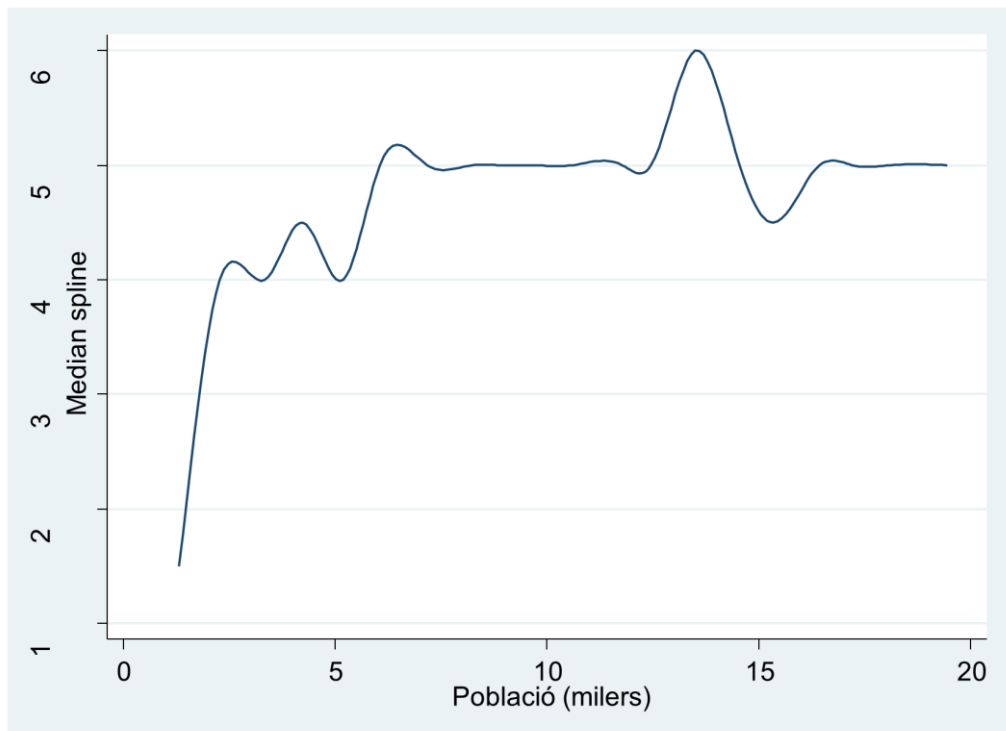
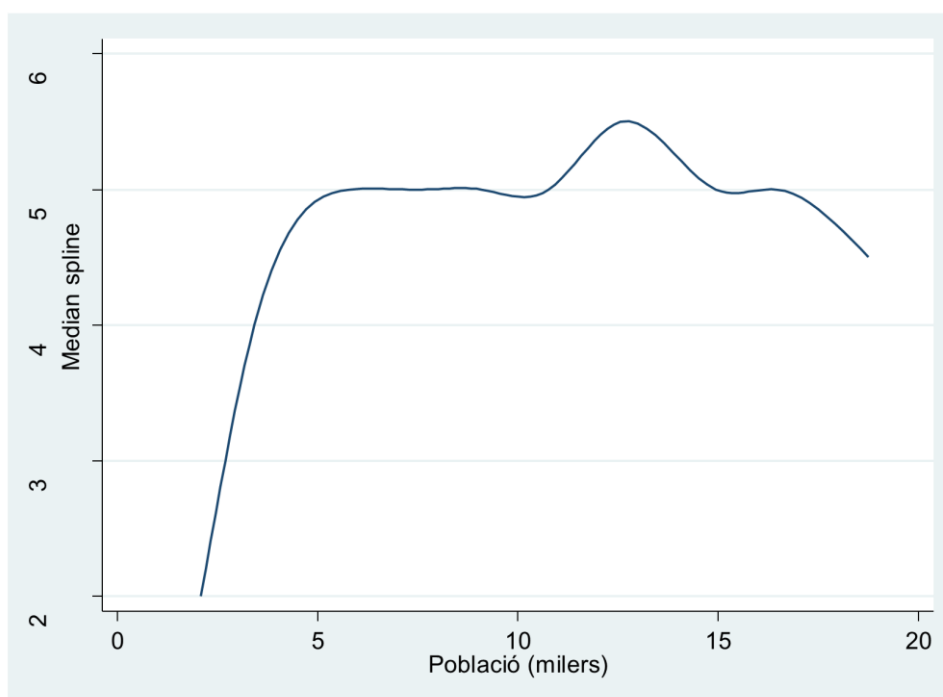


Figura 3.10. Estimació Median Spline entre població i interval de cobertura de l'any 2019. Població entre 1.000 i 20.000 habitants. Només municipis tractats (T= 1)



3.2 Anàlisi economètrica multivariant dels increments en la cobertura FTTH

Una manera d'aproximar-se a la contribució de la xarxa de la Generalitat de Catalunya és avaluar si la seva presència ha ajudat a incrementar o no la cobertura del servei de fibra òptica reportada pel sector privat en els informes del Ministeri d'Afers Econòmics i Transformació Digital. Per fer-ho, hem estimat diversos models de regressió logística que avaluen la contribució singular de la presència o no de la xarxa de la Generalitat en la probabilitat que un municipi hagi experimentat un increment en la seva cobertura declarada l'any 2019. És a dir, la hipòtesi de treball que pretenem avaluar és que aquells municipis on hagi arribat la fibra de la Generalitat haurien de reportar un increment de la cobertura entre 2015 i 2019, la qual cosa seria la mostra de la seva contribució a millorar la cobertura del territori.

La metodologia escollida en primer lloc per examinar aquesta relació entre la política i l'evolució de la cobertura és l'estimació de regressions de probabilitat logística que avaluin la contribució individual de la política en un entorn de regressió multivariant. Per tant, l'especificació economètrica ha d'incloure no només la política sinó altres característiques municipals que puguin explicar l'evolució d'aquesta cobertura o, més precisament, la probabilitat que un municipi hagi experimentat un increment de cobertura entre l'any 2015 i

el 2019. Entre les variables que hem introduït en el model s'inclouen variables relatives a les infraestructures ja existents i variables associades a les característiques socioeconòmiques del municipi. Així, pretenem avaluar si l'interval del 2019 és un interval superior o no a l'interval reportat el 2015. La variable dependent, per tant, és una variable binària que pren valor 1 si el municipi es troba en un interval de cobertura superior al del 2015 i 0 en qualsevol altre cas.

La variable principal del nostre model és la variable que captura l'efecte de la política (*fibra pública*) i que és una variable binària que pren valor 1 si el municipi ha rebut la xarxa neutral de la Generalitat de Catalunya en el període de l'estudi i 0 en qualsevol altre cas. A més d'aquesta variable és important controlar la importància de les infraestructures ja presents en l'any inicial, l'any 2015, i que poden influir en l'evolució de la cobertura de fibra òptica. D'una banda, considerem la cobertura inicial de fibra òptica (*fibra inicial*), ja que el punt de partida suposa un element determinant de l'evolució de la cobertura per als següents 4 anys. D'altra banda, incorporem també una variable que captura la cobertura de l'ADSL de més de 10 Mbps (*ADSL inicial*), com a control del servei d'Internet que ja estava disponible al municipi el 2015, encara que aquest no sigui de fibra òptica.

Pel que fa als determinants socioeconòmics, hem afegit en aquesta anàlisi multivariant variables característiques del municipi que puguin a la vegada actuar com a determinants de la superior o inferior cobertura de serveis de fibra òptica. Per fer-ho hem afegit variables de caràcter municipal oferts per l'Institut d'Estadística de Catalunya, com la població del municipi (*població*), la *renda* mitjana –aproximada per la base imposable de l'IRPF–, el percentatge de població estrangera (*immigració*) i el percentatge de la població amb una edat igual o superior als 65 anys (*envelliment*). A més, de l'anuari econòmic municipal de l'antiga Caixa Catalunya i més recentment del Banc Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) hem extret variables que capturen l'estructura econòmica de la comarca a què pertany el municipi amb el pes dels sectors econòmics. Com que no podem incloure'ls tots, ja que generaria un problema de col·linealitat perfecta, hem introduït els dos sectors que en principi haurien de tenir una inferior i una superior contribució esperada: el pes del sector serveis i el pes del sector primari, tots dos com a percentatges de participació en el conjunt del valor afegit brut de la comarca. La taula 3.4 mostra els estadístics descriptius de totes aquestes variables.

Taula 3.4. Estadístics descriptius

Variables	Observacions	Mitjana	SD	Mín.	Màx.
Δ Cobertura	947	0,45	0,50	0	1
Cobertura màx.	947	0,07	0,26	0	1
Fibra_pública	947	0,17	0,37	0	1
Fibra_inicial	947	1,27	0,94	1	6
ADSL_inicial	947	3,42	1,47	1	5
Població (000s)	947	7,93	55,55	0,03	1.604,55
Renda (000s)	945	18,43	4,22	8,69	39,79
Immigració (%)	947	9,15	6,71	0,00	48,29
Envelliment (%)	947	21,32	6,36	7,54	50,98
Pes primari (%)	947	4,63	6,04	0,00	30,80
Pes serveis (%)	947	58,52	16,04	7,30	87,50

Font: elaboració pròpia a partir de l'IDESCAT i dels anuaris econòmics municipals de Caixa Catalunya/BBVA.
 Nota: els municipis de Fígols i Viver i Serrateix no reporten dades de renda per a l'any 2015.

La taula 3.5 mostra els resultats de l'estimació de models de probabilitat logística que consideren tot el conjunt de municipis de Catalunya, model (1), i models de probabilitat logística que distingeixen per la mida de la població, models (2-5). Tots els models presenten bons resultats en relació amb el seu ajust estadístic i capacitat explicativa, fins i tot aquells amb un nombre inferior d'observacions. Cal fer notar que els models no només inclouen la variable població, sinó que també hi incorporen el quadrat de la població com a regressió, ja que identifiquem una relació no lineal entre aquesta variable i la probabilitat d'increment de cobertura.

El model (1) reporta els resultats generals considerant tot el conjunt dels municipis de Catalunya. Pel que fa a la variable de la política d'interès *fibra_pública*, trobem que hi ha una relació positiva segons el coeficient estimat, que és estadísticament significativa al 5%. Com que la interpretació dels coeficients dels models logístics en relació amb la magnitud de l'efecte és molt complexa, hem transformat els coeficients en *Odds Ratios*. Així, obtenim una OR de 2,35, la qual cosa significa que els municipis tractats per la política tenen més del doble de probabilitats de mostrar un increment en la cobertura de fibra òptica el 2019 respecte del 2015. Aquest resultat ens indica que hi ha una associació clara entre l'arribada de la fibra i l'evolució de la cobertura reportada pel sector privat.

Pel que fa a la resta de variables, trobem que la cobertura de fibra inicial disminueix la probabilitat d'incrementar la cobertura el 2019 respecte del 2015. Aquest resultat indica, com era d'esperar, que allà on ja hi ha fibra és menys probable que s'incrementi la cobertura. La relació negativa entre ambdues variables suposa que com més alta era la cobertura de fibra el 2015 menys probabilitat hi ha que aquesta s'incrementi. Per tant, aquest resultat mostra la importància de controlar el nivell de cobertura inicial. Per contra, la cobertura de l'ADSL de

més de 10 Mbps sembla associar-se positivament amb l'increment de la cobertura de fibra. Així, els llocs on hi havia cobertures més grans d'ADSL de velocitats superiors a 10 Mbps semblen estar associats a increments superiors en la cobertura de fibra. Aquest fet podria deure's a la substitució de tecnologies o al fet que allà on hi havia cobertures més grans d'ADSL ens captura un mercat més gran que fa més atractiu el desplegament de la fibra òptica respecte d'altres territoris.

Taula 3.5. Estimacions del model de regressió logística. Dependent: Δ cobertura

Δ Cobertura	(1) Sense intervals	(2) >10.000	(3) <10.000	(4) 2.000-10.000	(5) <2.000
Fibra pública	0,856** (0,264)	0,646 (1,041)	0,678* (0,391)	0,083 (0,542)	0,945** (0,460)
Fibra inicial	-1,046** (0,289)	-1,387** (0,394)	-0,856*** (0,201)	-0,810** (0,234)	0,733 (0,698)
ADSL>10 Mbps inicial	0,348*** (0,066)	-1,029* (0,530)	-0,026 (0,083)	0,182 (0,231)	-0,109 (0,096)
Població	0,187** (0,066)	0,007 (0,026)	1,827*** (0,224)	0,650** (0,193)	1,988*** (0,310)
Població ²	-0,002** (0,001)	-0,000 (0,000)	-0,135*** (0,023)	- -	- -
Renda	0,073** (0,029)	-0,003 (0,077)	0,041 (0,030)	-0,051 (0,067)	0,056 (0,035)
Població estrangera	-0,002 (0,014)	-0,059 (0,059)	-0,027 (0,019)	-0,047 (0,033)	-0,028 (0,023)
Envelliment	-0,129*** (0,022)	0,139 (0,186)	-0,057** (0,023)	-0,013 (0,062)	-0,052* (0,026)
Pes primari	0,012 (0,017)	0,018 (0,157)	0,012 (0,019)	0,031 (0,070)	0,014 (0,022)
Pes serveis	-0,004 (0,006)	-0,075* (0,040)	0,001 (0,008)	-0,004 (0,017)	0,004 (0,009)
Constant	0,764 (0,861)	13,805** (5,382)	-0,809 (0,977)	1,802 (2,970)	-2,915** (1,278)
N	945	121	824	232	592
Pseudo R ²	0,304	0,622	0,404	0,176	0,189
Log pseudolikelihood	-453,569	-25,201	-332,800	-68,722	-256,816
Wald Chi-Squared	177,199	49,445	191,429	25,545	98,238
Prob>Chi2	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000

Notes:

1. Errors estàndards entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. En negreta els coeficients estadísticament significatius.
2. Odds ratio estadísticament significatives: (1) 2,353 (0,264); (3) 1,969 (0,770); (5) 2,572 (1,182).
3. Per als models (4) i (5) no s'inclou la variable població al quadrat ja que els intervals ja restringeixen molt les diferències entre municipis per població i els resultats no mostren cap efecte d'aquesta mentre sí que ho fan quan la incorporem sense la seva forma quadràtica.

La població és també una variable estadísticament significativa, i ho és també en forma quadràtica. Això indica que hi ha una relació no lineal entre la població i la probabilitat d'increment de cobertura. Segons els nostres coeficients, trobem que la probabilitat d'incrementar cobertures augmenta amb la població per als nivells baixos de població fins que arriba a un nivell de població per al qual la relació comença a invertir-se. Així, a partir d'aquest nivell de població els increments de població –és a dir, els municipis amb més població– tenen una probabilitat inferior d'experimentar increments en la cobertura, segurament perquè aquests municipis ja reportaven nivells elevats de cobertura en ser els més poblats i, per tant, en ser més atractius per a la iniciativa privada. Tanmateix, el coeficient estimat per al quadrat de la població és molt petit, la qual cosa indica que aquesta relació negativa podria més aviat significar un estancament lleugerament decreixent en la probabilitat més que un descens marcat.

Pel que fa a la resta de variables socioeconòmiques trobem que la renda i l'envelliment presenten coeficients estadísticament significatius i signes esperables. D'una banda, observem que segons els nostres resultats la renda té una relació positiva amb l'increment de la cobertura, mentre que l'envelliment la té negativa. Això significa que els municipis amb més renda i menys envelliment milloren la cobertura mentre que els municipis amb una renda inferior i/o més envelliment tenen menys probabilitats d'experimentar increments en la cobertura.

Finalment, pel que fa a l'estructura econòmica de la comarca, no trobem cap evidència que mostri que el superior o inferior pes dels sectors hagin d'afectar la probabilitat d'experimentar increments de la cobertura de fibra òptica.

Un cop examinat el model per al conjunt de la mostra, la taula 3.5 també ens mostra els resultats segmentant els municipis per població (models 2-5). Així, si repliquem el mateix model de regressió logística per als municipis de més de 10.000 habitants, trobem que el coeficient associat a la política perd la seva significació estadística (model 2). En canvi, si ho repliquem per als municipis de menys de 10.000 habitants, aleshores trobem que la seva significació estadística es manté, tot i que perd precisió. Aquests resultats mostren que la correlació entre la xarxa de fibra òptica i l'increment de la cobertura és només estadísticament significativa per a municipis petits. I, de fet, molt petits. Quan repliquem l'anàlisi distingint ara entre els municipis de menys de 2.000 i d'entre 2.000 i 10.000 habitants, trobem, de nou, que és només en el cas dels de menys de 2.000 habitants en què aquesta correlació sembla mantenir-se estadísticament significativa i en què se'ns presentaria una OR més elevada, de

2,57. Així, un municipi de menys de 2.000 habitants que ha rebut la fibra òptica de la Generalitat ha experimentat un increment de la probabilitat d'augmentar la seva cobertura de quasi 2,6 vegades més que la resta de municipis de la mateixa mida màxima que no hagin rebut la xarxa pública. Pel que fa als municipis de menys de 10.000, aquesta OR és d'1,9, també molt elevada.

Aquest resultat semblaria indicar que, en conjunt, el desplegament de la xarxa de fibra òptica de la Generalitat de Catalunya està associada a un increment de la cobertura dels serveis de fibra òptica reportada pel sector privat en els municipis on ha arribat. Tanmateix, els resultats semblen heterogenis en relació amb la mida de la població. Els nostres resultats indiquen que els increments de cobertura s'han produït entre 2015 i 2019 principalment en els municipis més petits. Si bé aquests resultats apunten que només hi ha evidència estadística per al cas dels municipis petits, cal tenir en compte que la composició de la mostra (distribució dels municipis de Catalunya segons la mida) fa que en els models amb municipis grans, poc freqüents a Catalunya, i d'aquells entre 2.000 i 10.000 habitants el nombre total d'observacions de què disposen els models sigui molt inferior a les observacions de municipis de població inferior als 2.000 habitants. Aquest element podria estar afectant la precisió amb què s'identifiquen els efectes d'aquesta variable. En tot cas, sembla força consistent l'evidència que indica que com a mínim la política s'associa clarament amb increments en la cobertura per als municipis petits.

La taula 3.6 mostra els resultats del mateix model ara aplicat a la probabilitat que un municipi arribi a la cobertura màxima. Així, la taula 3.6 mostra tant per al conjunt de Catalunya com també segmentant per població com la fibra de la Generalitat s'associa a la probabilitat que els municipis on aquesta ha arribat assolixin un nivell de cobertura del servei de fibra reportat pel sector privat al Ministeri com a màxim. Els resultats mostren que la fibra de la Generalitat no sembla tenir un efecte estadísticament significatiu. Aquest resultat, en contrast amb l'anterior, indicaria que si bé la fibra neutral pública ajuda a incrementar la probabilitat que un municipi incrementi la seva cobertura no sembla que tingui un paper rellevant en el fet que aquest increment assolixi el nivell màxim de cobertura. Segons els nostres resultats les variables claus en l'increment d'aquesta probabilitat és el valor de la cobertura de fibra (en municipis petits) i d'ADSL de més de 10 Mbps preexistent l'any 2015. Un model similar agrupant les cobertures superiors al 75% ofereix resultats molt similars.

Taula 3.6. Estimacions del model de regressió logística. Dependent: Δ cobertura fins al màxim interval de cobertura

Cobertura màxima	(6) Sense intervals	(7) <10.000	(8) <2.000	(9) 2.000-10.000
Fibra pública	0,161 (0,313)	-0,217 (0,421)	0,096 (1,089)	-0,366 (0,451)
Fibra inicial	0,111 (0,168)	0,519** (0,182)	-	0,556** (0,203)
ADSL>10 Mbps inicial	0,278** (0,122)	0,263* (0,148)	0,217 (0,199)	0,438 (0,324)
Població	0,063** (0,028)	0,125 (0,235)	0,214 (0,467)	0,253** (0,103)
Població ²	-0,001 (0,000)	0,008 (0,024)	-	-
Renda	-0,036 (0,045)	-0,038 (0,053)	-0,070 (0,119)	-0,028 (0,066)
Població estrangera	-0,056** (0,025)	-0,034 (0,028)	-0,014 (0,037)	-0,051 (0,052)
Envelliment	-0,083** (0,034)	-0,057 (0,042)	-0,078 (0,054)	-0,037 (0,061)
Pes primari	-0,072* (0,037)	-0,065* (0,036)	-0,046 (0,039)	-0,123 (0,107)
Pes serveis	-0,010 (0,011)	-0,013 (0,013)	-0,011 (0,017)	-0,018 (0,020)
Constant	-0,456 (1,447)	-1,695 (1,641)	-0,354 (2,501)	-2,858 (2,813)
N	945	824	586	232
pseudo R ²	0,133	0,129	0,040	0,130
Log pseudolikelihood	-214,119	-149,504	-77,206	-70,782
Wald Chi-Squared	53,346	40,090	6,593	17,108
Prob>Chi2	0,000	0,000	0,581	0,047

Nota: errors estàndards entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$.

Finalment, repliquem el model de probabilitat d'increment de la cobertura entre 2015 i 2019 per a aquells municipis que tenien un nivell de cobertura del 0% l'any 2015. Per tant, restringim la mostra als municipis que satisfan aquesta condició i n'avaluem el mateix que al model de la taula 3.5 (mateixa variable dependent). És a dir, si la política incrementa o no la cobertura entre 2015 i 2019 per al servei de fibra òptica reportat pel Ministeri.

Els resultats del model per al conjunt de municipis de Catalunya que tenien un nivell inicial de cobertura del 0% mostren un important efecte de la fibra pública a l'hora d'incrementar la cobertura (model 10) (taula 3.7). Trobem que el coeficient associat a la política té signe positiu i és estadísticament significatiu al 5%. L'OR associada és de 2,54, la qual cosa significa que un municipi receptor de la fibra de la Generalitat multiplica de mitjana per 2,54 la probabilitat d'incrementar la cobertura per sobre del que experimenten els municipis que no en són receptors. Aquest resultat és de nou liderat per l'efecte sobre els municipis més petits, mentre que no trobem significació estadística per sobre dels 2.000 habitants.

Taula 3.7. Estimacions del model de regressió logística per a municipis sense cobertura el 2015. Dependent: Δ cobertura

Δ Cobertura	(10) Sense intervals	(11) <10.000	(12) <2.000	(13) 2.000-10.000
Fibra pública	0,932** (0,368)	0,909** (0,392)	0,944** (0,458)	0,603 (0,666)
ADSL_inicial	0,098 (0,084)	-0,028 (0,086)	-0,122 (0,097)	0,303 (0,243)
Població	1,055*** (0,219)	1,863*** (0,231)	2,009*** (0,311)	0,537** (0,208)
Població ²	-0,026*** (0,005)	-0,142*** (0,023)	- -	- -
Renda	0,033 (0,031)	0,040 (0,032)	0,054 (0,036)	-0,048 (0,061)
Immigració	-0,014 (0,018)	-0,027 (0,020)	-0,026 (0,023)	-0,056* (0,032)
Envelliment	-0,079** (0,024)	-0,058** (0,024)	-0,051* (0,027)	-0,038 (0,065)
Pes primari	0,011 (0,018)	0,014 (0,019)	0,013 (0,021)	0,045 (0,078)
Pes serveis	-0,003 (0,007)	-0,000 (0,008)	0,003 (0,009)	-0,008 (0,019)
Constant	-0,788 (1,028)	-1,622 (1,027)	-2,111* (1,104)	1,426 (3,110)
N	852	791	586	205
pseudo R ²	0,414	0,404	0,185	0,136
Log lik.	-342,398	-316,802	-252,626	-58,543
Chi-squared	117,896	182,867	96,167	14,758
Prob>chi2	0,000	0,000	0,000	0,064

Nota: errors estàndards entre parèntesis; * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Odds ratio: (10) 2,541; (11) 2,481; (12) 2,571. Noteu que en aquest model no té sentit incorporar la variable fibra inicial ja que no hi ha variabilitat atesa la restricció de la mostra en funció de l'interval inicial de cobertura.

La mateixa anàlisi és aplicada agrupant els intervals 5 i 6 de cobertura i avaluant la probabilitat d'incrementar la cobertura fins a aquests intervals superiors al 75%. Els resultats no aporten cap evidència d'associació positiva entre la fibra de la Generalitat en aquests municipis sense cobertura el 2015 i l'assoliment de cobertures elevades el 2019. Aquest fet confirma, per tant, que la fibra de la Generalitat incrementa la cobertura reportada pels operadors privats però no ho fa de manera tan marcada com per assolir en un període de 5 anys els nivells més alts de cobertura.

Una altra manera d'aproximar-se al paper de la fibra pública de la Generalitat en les cobertures i confirmar els resultats previs és avaluar quina és la probabilitat que un municipi se situï en un nivell de cobertura superior el 2019 fent ús d'una variable dependent discreta ordenada segons l'interval de cobertura en lloc d'una variable binària que representi qualsevol increment de cobertura. Aquest model de regressió logística ordenat ens aporta el mateix resultat, ja que observem una OR associada a la variable fibra pública de 2,1. La resta de

variables explicatives tenen un comportament molt similar al model logístic bàsic presentat anteriorment.

Finalment, podem aprofitar les dades relatives als diferents intervals per determinar la probabilitat associada a la política per a cadascun dels 6 intervals considerats pels informes del Ministeri. Aquesta estratègia ens permet conèixer, en relació amb un interval de referència o comparació, en el nostre cas el 0%, amb quina probabilitat mitjana s'associa un municipi que rep la xarxa de la Generalitat amb cadascun dels intervals de cobertura del 2019. Per fer-ho, apliquem un model multimodal de probabilitat. Els resultats seleccionats d'aquest model es troben a la taula 3.8 i indiquen que hi ha una probabilitat més gran –estadísticament significativa– d'accedir a intervals 2, 5 i 6 –respecte del 0%– quan el municipi està connectat a la xarxa de la Generalitat de Catalunya. No trobem cap evidència que hi hagi una contribució més gran per als intervals 3 i 4. Aquest fet podria indicar que allí on no hi havia cobertura la política podria estar associada a l'aparició de les primeres cobertures d'operadors privats, per situar-se en el segon interval. I per a aquells municipis en què ja hi havia cobertura, la política podria estar-se associant amb cobertures altes per sobre del 75%. Aquests resultats també es confirmen quan només tenim en compte els municipis que no gaudien de cap cobertura el 2015. El coeficient més elevat el trobem, precisament, en el cas del nivell de cobertura 2, fins al 25%.

Si restringim la mostra a aquells municipis que no tenien cobertura el 2015, trobem que la connexió a la xarxa de la Generalitat fa més probable assolir nivells més alts de cobertura. De fet, trobem que l'únic interval en què no hi ha una probabilitat estadísticament significativa és el 3, que representa les cobertures entre el 50 i el 75%. De nou, l'interval que està més associat amb la política és el 2, fins al 25% de cobertura.

Taula 3.8. Estimacions del model logístic multimodal per als diferents intervals de cobertura

Cobertura	Catalunya (coef.) (14)	Sense cobertura el 2015 (coef.) (15)
2	1,24***	1,26***
3	0,63	0,633
4	0,71	0,73*
5	0,96**	0,906**
6	0,85*	0,879***
N	945	852
pseudo R ²	0,26	0,23
Log pseudolikelihood	-980,12	-875,90
Wald Chi-Squared	2774***	153,10***
Prob>Chi2	0,000	0,000

3.3 Avaluació quasiexperimental de la contribució de la fibra òptica de la Generalitat de Catalunya als increments de cobertura d'FTTH

Per bé que l'estudi multivariant presentat fins ara mostra una relació positiva entre la política i la cobertura, els resultats han d'interpretar-se com una correlació, i no pas com una relació de causalitat. L'associació entre la política i l'increment de la cobertura podria explicar-se per motius diferents que podrien, a la vegada, trobar-se correlacionats amb la presència de la xarxa de la Generalitat. Per això es fa necessari avaluar l'impacte de la política sobre la cobertura mitjançant metodologies quasiexperimentals que garanteixin la identificació d'una relació causal, si és que aquesta existeix. Per això cal aïllar l'efecte de la política mitjançant alguna metodologia que permeti estimar quina hauria estat l'evolució de la cobertura dels municipis "tractats" amb la política, en absència d'aquesta. Això és el que es coneix com a contrafactual i té l'inconvenient que no és observable. Per tant, cal aplicar alguna metodologia quasiexperimental, atès que el desplegament de la xarxa no és aleatori, que permeti mitjançant un treball estadístic construir o simular aquest contrafactual.

La metodologia escollida per a aquesta avaluació es denomina *Propensity Score Matching*. Aquest mètode es basa en l'emparellament d'unitats, en el nostre cas de municipis, amb característiques observables més similars, de manera que s'assumeix la mateixa expectativa de canvi de cobertura sense la política o tractament per a municipis que són estadísticament similars. Així, les unitats del grup de control funcionen com el contrafactual que necessitem per comparar l'evolució real dels tractats amb la que haurien tingut sense el tractament. Les estratègies empíriques per fer aquests emparellaments són variades. En el nostre estudi n'hem triat dues, per tal de contrastar els resultats i la seva robustesa davant de diferents maneres d'emparellar. Gràcies als emparellaments és possible estimar les diferències entre tractats i no tractats i calcular l'efecte mitjà del tractament sobre els tractats (municipis que reben la xarxa de la Generalitat).

El mètode PSM consta de dues fases. En la primera s'estima un model de regressió de probabilitat similar als presentats en aquest estudi anteriorment, però en què la variable dependent és l'associada a la política (*fibra pública*). Aquesta estimació permet predir les probabilitats de tractament per a cada municipi amb independència de si són realment tractats o no. Així, en la segona etapa, el mètode utilitza aquestes prediccions, denominades *Propensity Scores*, per tal de fer emparellaments entre municipis realment tractats i no tractats i estimar les diferències en la variable objectiu. En el nostre cas, en la probabilitat d'experimentar canvis en la probabilitat d'incrementar la cobertura de fibra òptica entre 2019 i 2015.

Qualsevol diferència estadísticament significativa en la mitjana de probabilitats un cop estimades totes les diferències per parelles suposa l'evidència de l'efecte causal de la política.

La taula 3.9 mostra els resultats d'aquesta avaluació quasiexperimental. D'una banda es mostren els resultats d'aplicar el mètode d'emparellament *Nearest neighbor* amb un *caliper* (interval de tolerància) de 0,1 i amb l'aplicació del mètode *Radius* proposat per Dehejia i Wahba (2002). Això suposa que l'emparellament es basa a cercar els municipis amb propensions al tractament més pròximes en valors absoluts en el grup de control i només considerar aquells que es troben en el mateix decil de probabilitat, i descartar els més allunyats perquè es consideren poc similars. Un cop identificats, el mètode emparella els municipis tractats amb tots els municipis control dins d'aquest radi –d'un decil– i fa tants emparellaments com controls hi hagi.

El segon algoritme utilitzat per a contrast i comprovació de la robustesa dels resultats és denominat *Kernel Matching*. Aquest suposa una millora respecte a l'anterior mètode en el sentit que l'NN només pot tenir en compte unes poques unitats per construir el contrafactual i fer els emparellaments, mentre que el *Kernel Matching* és un mètode no paramètric que utilitza la mitjana ponderada de tots els individus o unitats en el grup control per tal de construir el contrafactual. Els pesos depenen de la distància entre els controls i els tractats en el valor de la propensió al tractament (*propensity score*).

La primera columna de la taula 3.9 mostra els resultats del PSM utilitzant el mètode de l'NN *Radius* (0,1) i la segona columna mostra els resultats del PSM amb *Kernel Matching*. La primera fila mostra els resultats per tipus d'emparellament per al conjunt dels municipis de Catalunya, sense distingir per població. En canvi, les files 2 i 3 mostren els resultats d'aplicar aquesta metodologia només tenint en compte els municipis més grans de 10.000 habitants i més petits d'aquesta xifra, respectivament. En la taula mostrem els valors de l'efecte mitjà sobre els municipis tractats. Així, segons els nostres resultats, la correlació que hem identificat en les estimacions logístiques anteriors apuntaven correctament a l'existència d'una relació causal entre el tractament i l'increment de la cobertura. De fet, trobem que aquest existeix per al conjunt de la mostra, i també per als municipis de menys de 10.000 habitants. Tanmateix, la diferència entre tractats i no tractats no és significativa per als municipis amb més de 10.000 habitants. Així, corroborem amb aquesta avaluació que la política és efectiva per incrementar la cobertura dels serveis de fibra però que ho és fonamentalment perquè té efecte en els municipis petits. Això significa que els municipis petits que són tractats tenen una probabilitat més gran d'incrementar la seva cobertura que

els municipis amb similars característiques i que no reben el tractament. En canvi, el nostre estudi no mostra que el canvi en la cobertura sigui significatiu per als municipis més grans de 10.000 habitants, de manera que no hi hauria una diferència entre rebre i no rebre la fibra per a aquesta mida de municipis.

Aquests resultats semblen raonables si tenim en compte que és als municipis petits on la iniciativa privada pot tenir menys incentius per desplegar els seus serveis i per fer-hi inversions. L'existència de la fibra neutral pública semblaria estar corregint aquesta circumstància tan habitual en les indústries de xarxa, i en particular en les de comunicacions. Si bé el nostre resultat indica que la política és efectiva per incrementar cobertures, també hem d'apuntar que la magnitud de l'efecte tampoc sembla molt gran. La diferència en la probabilitat més gran la trobem amb el mètode *NN Radius (0,1)* per al conjunt de municipis de Catalunya. Segons aquest resultat, els municipis que reben la xarxa de fibra pública de la Generalitat han tingut una probabilitat mitjana d'incrementar la seva cobertura el 2019 respecte del 2015 un 16% més alta que la que han experimentat els municipis similars que no han rebut aquesta infraestructura. Considerant tots els resultats, trobem que l'efecte en termes de diferències de probabilitats estaria situat entre el 10,6% i el 16%.

Taula 3.9. Resultats de l'efecte mitjà de la política sobre els municipis tractats (mètode PSM)

ATT (Logistic Model)	NN Radius (0,1)	Kernel
Tots els municipis	0,160**	0,136**
>10.000	-0,041	-0,054
<10.000	0,143***	0,106**

Notes: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$.

Taula 3.10. Resultats de l'efecte mitjà de la política sobre els municipis tractats amb cobertura del 0% el 2015 (mètode PSM)

ATT (Logistic Model)	NN Radius (0,1)	Kernel
Tots els municipis	0,171***	0,113***
>10.000	-0,030	-0,034
<10.000	0,166***	0,129***

Notes: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$.

Si repliquem aquesta avaluació tenint en compte només els municipis que no tenien cap cobertura l'any 2015, observem, com ens mostra la taula 3.10, que la política seria clarament una causa de l'increment de la cobertura experimentada fins a l'any 2019. Cal notar, de nou, com aquesta efectivitat es focalitza únicament en els municipis de menys de 10.000 habitants. Les diferències en probabilitats identificades ara són lleugerament més elevades

per a aquests municipis que tenien un 0% de cobertura inicial l'any 2015. Se situaria entre 0,11 i 0,17.

Finalment, hem replicat l'avaluació per a tots els municipis amb una cobertura inferior a la màxima l'any 2015 com a mostra de robustesa, excloent, per tant, els municipis que tenien el màxim interval de cobertura l'any 2015. Els resultats no varien amb aquesta exclusió i de nou trobem els mateixos resultats amb diferències entre tractats i no tractats molt similars a les reportades anteriorment (taula 3.11).

Taula 3.11. Resultats de l'efecte mitjà de la política sobre els municipis tractats excloent els municipis amb una cobertura màxima el 2015 (mètode PSM)

ATT (Logistic Model)	NN Radius (0,1)	Kernel
Tots els municipis	0,158***	0,121***
>10.000	-0,030	0,035
<10.000	0,138***	0,105**

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$.

En conclusió, les anàlisis econòmiques anteriors que apuntaven a una associació entre la fibra òptica de la Generalitat i l'increment de la cobertura feien una indicació correcta en termes generals, malgrat que només trobem una causalitat clara per al cas dels municipis de més de 10.000 habitants. Així, les correlacions trobades anteriorment podrien deure's al fet que els municipis més grans tenien ja una dinàmica pròpia que feia que els increments de cobertura es deguessin a motius diferents a l'arribada de la fibra òptica de la Generalitat i que probablement estaven també correlacionats amb la variable de tractament de la política (*fibra pública*). Cal recordar que en aquesta anàlisi el que hem avaluat és la part del canvi en la probabilitat d'incrementar la cobertura que s'explica per la política i no per altres motius. Segons el nostre resultat, es confirma que la política és efectiva i és causa de l'increment de la cobertura per a municipis de menys de 10.000 habitants, mentre que per a la resta no trobem cap evidència significativa que ens permeti concloure'n una contribució, ni positiva ni negativa.

Si bé fins ara hem estat explorant els canvis en les probabilitats que en un municipi s'incrementi la cobertura gràcies a l'arribada de la xarxa de la Generalitat, encara no hem ofert uns resultats en termes de com canvia aquesta cobertura en termes percentuals. El principal problema que hem tingut per poder fer aquesta anàlisi ha estat el fet que hem hagut de

treballar amb els intervals que ens oferien els mapes publicats pel Ministeri en els seus informes i que, per tant, no gaudíem de la variable contínua exacta de cobertura per a cada any. Quan aquest informe es trobava ja en fase final hem tingut finalment accés a les dades de cobertures del Ministeri per als anys 2013 i 2019, que ja ens permeten avaluar l'efecte mitjà de la política mitjançant l'estimador en diferències. Amb aquesta anàlisi podrem estimar quina és la contribució o el salt en les cobertures que de mitjana ha aportat la xarxa de la Generalitat de Catalunya entre els anys 2013 i 2019. Aquest model en diferències compara els canvis en el temps dels grups tractats i controls, i a més controla per a la resta de variables determinants de la cobertura que hem identificat en els apartats anteriors. La taula 3.12 resumeix el principal resultat de l'estimador en diferències per als diferents segments de població. Aquesta anàlisi basada en la variable contínua de cobertures ens permet identificar un efecte positiu i estadísticament significatiu de la xarxa de la Generalitat en les cobertures dels municipis, encara que de mitjana la política ha tractat municipis amb unes cobertures lleugerament més baixes (-4,29%). De nou, però, comprovem que aquest impacte només és estadísticament significatiu en el cas dels municipis de menys de 10.000 habitants. La significació estadística és molt elevada per al cas dels municipis més petits, la qual cosa dona confiança sobre la robustesa d'aquest resultat estadístic. I el coeficient és també d'una magnitud elevada (+21%). A més, el model té un poder explicatiu molt satisfactori (0,40-0,66) per a aquest tipus de model de desplegament d'infraestructures. El model també satisfà els testos d'especificació i d'omissió de variables rellevants. El model pateix un problema d'heteroscedasticitat dels errors, ja que la variància dels errors no és constant en totes les observacions realitzades. Per aquest motiu hem corregit l'estimació de la variància i utilitzem els errors estàndards corregits de White-Huber.

Taula 3.12. Resultats de l'efecte mitjà de la política en el percentatge de cobertura d'FTTH dels municipis. Estimador en diferències

	Tots els municipis	>10.000	<10.000
Tractats	-4.287*** (1.129)	9.728** (4.508)	-8.653*** (1.384)
Posttractament	25.607*** (1.480)	64.30*** (7.717)	22.920*** (1.365)
DiD	28.165*** (2.720)	8.871 (8.662)	21.024*** (2.853)
R2	0,43	0,66	0,40

Nota: errors estàndards corregits per heteroscedasticitat entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Totes les regressions incorporen altres controls que han resultat estadísticament significatius en els models anteriors sobre increments en la cobertura d'FTTH.

Segons els resultats obtinguts i presentats a la taula 3.12, l'impacte causal de la política es trobaria al voltant del 21% d'increment en la cobertura d'FTTH en els municipis petits, de menys de 10.000 habitants. Aquesta és una magnitud rellevant si tenim en compte que la cobertura mitjana l'any 2013 per a aquests municipis tractats era de tan sols l'1%.

En els grans municipis, per sobre de 10.000 habitants, el coeficient estimat ens indicaria que la cobertura podria estar-se incrementant també en un 8%, però l'error amb què s'obté aquesta estimació és massa elevat com per poder confirmar amb seguretat que aquest efecte és diferent de 0 des de l'estrictament estadística. Un motiu que pot explicar aquests errors estàndards més elevats és el nombre reduït d'observacions que componen aquest grup. Dit això, el model estima que de mitjana el que pot atribuir-se a l'evolució temporal –que captura altres elements del desplegament de la xarxa no controlats pel model– és un 23% d'increment en els municipis petits i un 21% es deuria a la política. Altres elements que contribueixen a l'increment de la cobertura és la població i la població al quadrat en la mateixa línia del que havíem vist fins ara, mentre que per la vessant negativa el que més dificulta l'increment d'aquesta és el percentatge de gent gran del municipi i el nombre de nuclis del municipi, una variable habitual per capturar els efectes de la dispersió i densitat dels municipis, ambdues estadísticament significatives i negatives.

El model anterior, de fet, inclou municipis per als quals el tractament ja hauria arribat abans del 2014, tot i que no en són molts. Això vol dir que l'efecte mitjà podria patir un cert biaix que podria estar infravalorant la contribució o impacte de la mesura. Per això ara reproduïm el model però eliminem de la mostra aquells municipis que van rebre la infraestructura abans del 2014. Així, tots els municipis a 2013 de la mostra són municipis que no havien rebut encara la infraestructura. Per tant, l'efecte que estimem ara és un efecte que recull completament l'efecte nou produït per la política. Els resultats els presentem a la taula 3.13. Els resultats amb la mostra restringida confirmen els resultats anteriors i mostren que no hi havia un biaix significatiu pel fet d'incloure municipis ja tractats abans del 2014.

Taula 3.13. Resultats de l'efecte mitjà de la política en el percentatge de cobertura d'FTTH dels municipis. Estimador en diferències. Municipis tractats a partir de 2014

	Tots els municipis	>10.000	<10.000
Tractats	-4.316*** (1.138)	9.828** (4.634)	-8.667*** (1.386)
Posttractament	25.612*** (1.484)	65.762*** (7.742)	22.908 (1.366)
DiD	28.006*** (2.730)	7.089 (8.727)	21.042*** (2.853)

R2	0,43	0,66	0,40
----	------	------	------

Nota: errors estàndards corregits per heteroscedasticitat entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Totes les regressions incorporen altres controls que han resultat estadísticament significatius en els models anteriors sobre increments en la cobertura d'FTTH.

D'altra banda, hem reproduït les mateixes estimacions del model de diferències en diferències per a cadascuna de les 4 províncies de Catalunya. Els resultats indiquen que la política ha estat efectiva en totes les demarcacions. L'efecte mitjà més elevat de la política el trobem a Tarragona, amb un increment mitjà en la cobertura respecte del que hauria succeït sense aquesta de prop del 42%. En l'altre extrem trobem que l'efecte mitjà més petit és l'assolit a la província de Barcelona, amb un augment de cobertura de l'11,5%.

Taula 3.13. Resultats de l'efecte mitjà de la política en el percentatge de cobertura d'FTTH dels municipis per províncies. Estimador en diferències. Selecció de resultats

	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona
DiD	11,48** (4.887)	25,55*** (5.636)	21,47*** (5.571)	41,70*** (9.136)
N. observacions	622	442	462	368
R2	0,54	0,34	0,35	0,35

Nota: errors estàndards corregits per heteroscedasticitat entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Totes les regressions incorporen altres controls que han resultat estadísticament significatius en els models anteriors sobre increments en la cobertura d'FTTH.

4. ANÀLISI DE L'ESTRUCTURA I DINÀMICA DEL MERCAT PRIVAT: GRANS OPERADORS

Un dels elements claus per entendre i estimar la contribució del desplegament de la fibra pública de la Generalitat, i molt especialment en els municipis petits, és la dinàmica del mercat privat i el desplegament i cobertura de fibra òptica segons els criteris de mercat (comercials). L'impacte causal de la política pública ha de tenir en compte quina hauria estat la situació i dinàmica de la cobertura i dinàmica del mercat privat, ja que és allò que no s'hauria produït sense el desplegament de la xarxa pública. És a dir, el contrafactual que necessitem per avaluar la contribució causal de la política que aquí s'avalua i que en el cas dels impactes socioeconòmics serà analitzat en el capítol 5.

El sector privat guia les seves decisions d'inversió i de cobertura dels serveis en funció del retorn econòmic que n'obté, sense considerar altres aspectes que poden ser d'interès social (accessibilitat, cohesió territorial, desenvolupament regional, igualtat d'oportunitats, etc.). Les seves decisions es mantenen en l'àmbit de la racionalitat i optimització dels recursos privats tot considerant la funció de benefici privat –que es vol maximitzar– i ateses una restriccions tècniques, regulatòries i econòmiques. Entre d'altres, les regulacions imposades per les agències de competència i regulació econòmica, la mida del mercat i el seu atractiu socioeconòmic, així com l'existència d'infraestructures pròpies o de tercers ja implantades, acostumen a ser els elements fonamentals en la determinació d'aquestes decisions privades sobre desplegament i cobertura de fibra òptica en el territori.

Aquest fet fa que les empreses operadores, i molt particularment aquelles que despleguen infraestructura i no només l'operen, tinguin menys presència en els municipis de mida més petita i menys atractiu socioeconòmic, ja que de la demanda en depèn la rendibilitat de desplegar la fibra òptica i operar-la. De la manca d'infraestructures se'n deriva també una dificultat més gran per a la cobertura, que no només s'explica per la mateixa empresa que no desplega, sinó que també afecta aquells operadors de menys dimensió que normalment no despleguen la seva pròpia infraestructura però que lloguen l'accés a les empreses propietàries de les infraestructures de fibra.

El sector públic, en canvi, persegueix objectius de maximització del benestar social, i s'interpreta aquest benestar social en termes de diversitat d'objectius deslligats del criteri estrictament financer. Per aquest motiu, el desplegament d'una infraestructura pública deslligada necessàriament dels condicionants que imposa el criteri de mercat acostuma a invertir en zones menys atractives per al sector privat i ho fa per motius que poden relacionar-

se amb la política territorial, l'equitat, l'accessibilitat a béns i serveis essencials, etc. Aquesta contribució genera externalitats positives, tal com es mostrarà en la revisió de la literatura que presentarem en el capítol 5, i aporta un valor que hauria de superar el cost d'oportunitat dels recursos posats a disposició d'aquesta política i que tenen usos alternatius. Aquesta qüestió serà tractada en un segon informe.

En la secció anterior hem comprovat no només com la fibra pública de la Generalitat estava correlacionada amb increments en la cobertura, sinó que a més hem pogut determinar la seva contribució causal, que segons els nostres resultats es limita al cas dels municipis de població inferior als 10.000 habitants, per bé que l'impacte en l'increment de cobertures era força elevat (+21%). Aquest fet trasllada la nostra atenció ara al que succeeix en aquests municipis, i en particular a la dinàmica del mercat privat que aparentment no estaria cobrint amb la mateixa intensitat aquestes zones en què hem identificat que la fibra de la Generalitat sí que produeix uns efectes sobre la cobertura que no s'haurien produït en la mateixa probabilitat o intensitat si només s'hagués confiat en el desplegament privat.

En aquesta secció, per tant, analitzarem el paper i dinàmica de l'oferta de les 5 companyies o grups d'operadors amb més quota de mercat a Catalunya –els únics per als quals hem pogut obtenir les dades– i la majoria dels quals, a més, acostuma a desplegar infraestructura pròpia: Telefónica, Vodafone, Orange, Jazztel, i Más Móvil. Per a aquestes companyies podem analitzar per al període 2010-2018 l'evolució de la seva oferta d'FTTH. Disposem de dades sobre el nombre total d'operadors (d'entre les 5 principals) i de les línies contractades per cada municipi de Catalunya des de l'any 2010 fins a l'any 2018. Gràcies a aquestes dades podem examinar com ha evolucionat a Catalunya en el seu conjunt l'oferta d'aquestes empreses, la seva penetració municipal en termes de línies per miler d'habitants i la concentració del mercat municipal mitjançant l'*índex Hirschman-Herfindahl*, així com la quota de mercat de les empreses líders en cada mercat municipal. Aquests darrers indicadors ens permeten aproximar-nos al nivell de competència del mercat per la via de l'estructura, ja que no disposem d'informació sobre preus ni costos. Aquestes anàlisis les podem fer a partir del conjunt de Catalunya i també segons intervals de població, seguint els intervals que hem utilitzat en les seccions anteriors.

4.1 Estructura i evolució dels grans operadors de fibra òptica als municipis de Catalunya

La taula 4.1 mostra les dades mitjanes considerant tota la base de dades disponible (tots els municipis), mentre que la taula 4.2 mostra les dades mitjanes per a aquells municipis i anys en què els municipis disposen de fibra òptica proveïda per qualsevol d'aquestes empreses, ja sigui amb infraestructura pròpia o llogada. Si ens fixem primer en la taula 4.1, tant per al conjunt de Catalunya com per als diferents intervals de població, comprovem que la mitjana d'operadors per municipi era quasi inexistent entre els anys 2010 i 2013 i que la dinàmica ha estat clarament creixent al llarg del temps. La mitjana d'empreses per municipi el 2018 arribava a 1,29. Així, l'increment de la cobertura i de la presència d'empreses proveïdores era ja una dinàmica pròpia del mercat i que per tant podria confondre's amb els impactes de l'arribada de la fibra òptica de la Generalitat. Aquest fet ens adverteix de la necessitat de controlar l'oferta privada existent per tal de determinar l'impacte causal de la fibra pública de la Generalitat.

La mitjana és superior per als municipis més poblats, amb 3,83 empreses per als municipis per sobre de 10.000 habitants, i en canvi la mitjana és inferior per als municipis de menys de 10.000 habitants, de 0,92 empreses per municipi. Per tant, els operadors tenen òbviament més presència en els municipis grans, la qual cosa pot afavorir la competència, i és on hi pot haver una mida de mercat suficient per permetre l'existència en el mercat de diversos operadors amb rendibilitat privada suficient per mantenir els seus serveis. Tanmateix, cal fer notar que fins i tot en els municipis més grans no és fins al 2014 que la mitjana per municipi és de com a mínim una empresa. Aquesta xifra s'hauria quasi quadruplicat en els següents 4 anys. Això indica un important esforç per part dels operadors privats a l'hora de cobrir els mercats de mida més gran durant el període 2014-2018 que caldrà considerar en l'avaluació sobre els impactes socioeconòmics que presentarem més endavant, en el capítol 5. Per al cas dels municipis d'entre 2.000 i 10.000 habitants, aquesta xifra mínima d'una empresa per municipi de mitjana no arribaria fins a l'any 2017, però si es calculen les taxes d'increment és fàcil adonar-se també de la forta intensitat amb què aquesta xifra hauria augmentat des del 2014.

En canvi, la presència d'aquests operadors en els municipis de menys de 2.000 habitants és molt inferior. De fet, no és fins a l'any 2018 que tenim un nombre d'empreses per municipi significatiu, amb 0,30 empreses per municipi. Aquest fet ens apunta la dificultat

amb què les grans empreses privades cobreixen amb els seus serveis (i les seves infraestructures) els municipis més petits de Catalunya.

Aquest fet també s'exemplifica amb les dades relatives al nombre de línies contractades per miler d'habitants. Per exemple, el 2018 el nombre de línies d'FTTH per miler d'habitant en els municipis de més de 10.000 habitants era de 242, mentre que en els de menys de 10.000 habitants aquesta ràtio no arribava a 40. Aquest fet es deu, tal com hem vist en la secció anterior sobre cobertures, a l'elevat nombre de municipis de menys de 2.000 habitants que no disposen d'infraestructura i per als quals el nombre de contractes de fibra òptica per miler d'habitants és zero.

Cal tenir en compte que les infraestructures de xarxa tenen característiques de monopoli natural i que, per tant, l'eficiència tècnica s'assoleix amb l'agrupament de la demanda. L'eficiència tècnica sobre la base de la reducció de costos unitaris (mitjans) i l'explotació d'economies d'escala, de densitat i d'abast pot assolir-se millor en entorns d'alta densitat demogràfica, la qual cosa es tradueix habitualment en un nombre més gran de clients. Si avaluem el nombre d'empreses per miler de població, trobem nombres més petits en els municipis grans, ja que l'increment del nombre d'empreses no és proporcional i continuat amb la població. Així el numerador no s'incrementa en la mateixa proporció que el que augmenta el denominador, de manera que a mesura que s'incrementa la població el valor de la ràtio d'empreses per miler de població és inferior. Si bé hi ha una relació creixent aquesta no és lineal. Per tant, quan les empreses de la dimensió de les examinades ofereixen serveis als municipis de menys població ho fan en unes condicions econòmiques menys atractives que les que els permet assolir un entorn d'alta densitat. A Catalunya, la densitat de la població i el total de la població estan molt correlacionades per l'estructura de les ciutats. Així, aquesta alta densitat es troba habitualment en els nuclis urbans de més població.

En aquests nuclis més poblats és on trobem també la penetració més gran dels serveis de fibra òptica. Ja sigui perquè hi ha més oferta o per les característiques dels ciutadans d'aquests àmbits urbans, sembla clar que per cada mil habitants hi ha un nombre superior de contractes de fibra en els municipis de més de 10.000 habitants. La xifra decreix clarament amb la població. Si no hi hagués diferències en termes de característiques o en termes d'oferta del servei, trobaríem una taxa de penetració dins dels municipis que no tindria per què ser diferent. Aquest fet ens indica que és important tenir en compte les característiques socioeconòmiques del municipi i l'oferta existent a l'hora d'avaluar la contribució de la fibra òptica de la Generalitat de Catalunya. Un resultat interessant de l'evolució d'aquesta

penetració ens mostra que, si bé en el cas de tots els intervals de població trobem un increment en aquesta, no sembla haver-se incrementat en el cas dels municipis petits.

Taula 4.1. Evolució dels indicadors de l'estructura del mercat de grans operadors d'FTTH a Catalunya. Tots els municipis de Catalunya

Tots els municipis de Catalunya	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N. operadors	0,01	0,02	0,03	0,05	0,16	0,43	0,61	0,83	1,29
N. operadors per mil habitants	0,16	0,23	0,20	0,17	0,17	0,34	0,56	0,79	1,07
Línies contractades	10	46	98	155	410	793	1198	1636	2041
Penetració (línies/1.000 habitants)	0,076	0,209	0,359	0,626	4,257	25,782	30,231	42,223	65,683
>10.000 habitants									
N. operadors	0,11	0,15	0,17	0,32	1,02	2,24	2,63	3,31	3,83
N. operadors per mil habitants	0,02	0,02	0,02	0,3	0,06	0,10	0,13	0,15	0,18
Línies contractades	76	360	765	1,213	3,188	5,954	8,870	12,043	14,754
Penetració (línies/1.000 habitants)	0,598	1,38	1,91	3,78	25,23	75,19	127,87	184,90	242,63
<10.000 habitants									
N. operadors	0	0,002	0,006	0,007	0,038	0,16	0,32	0,47	0,92
N. operadors per mil habitants	0	2,13	0,98	0,86	0,47	0,67	0,94	1,18	1,47
Línies contractades	0	0,11	0,14	0,16	7	36	73	110	175
Penetració (línies/1.000 habitants)	0	0,04	0,13	0,16	1,21	18,54	15,91	24,74	39,73
2.000< pobl.<10.000 habitants									
N. operadors	0	0,004	0,02	0,02	0,13	0,50	0,87	1,21	2,43
N. operadors per mil habitants	0	0,41	0,29	0,27	0,30	0,37	0,48	0,53	0,76
Línies contractades	0	0,004	0,40	0,46	23	118	251	376	597
Penetració (línies/1.000 habitants)	0	0	0,10	0,12	3,82	19,78	44,09	66,86	108,45
<2.000 habitants									
N. operadors	0	0	0	0	0	0	0,16	0,19	0,34
N. operadors per mil habitants	0	3,86	3,71	3,82	2,16	1,93	1,99	2,32	2,75
Línies contractades	0	0,01	0,04	0,05	0,06	4	5	8	13
Penetració (línies/1.000 habitants)	0	0,05	0,14	0,18	0,20	18,05	5,08	8,55	13,17

Taula 4.2. Evolució dels indicadors de l'estructura del mercat d'operadors d'FTTH a Catalunya. Només municipis amb FTTH

Tots els municipis de Catalunya	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N. operadors	1	1	1	1,25	1,90	2,10	2,41	2,59	3,13
N. operadors per mil habitants	0,02	0,23	0,20	0,17	0,17	0,34	0,56	0,79	1,07
Línies contractades	706	2.179	3.567	4.081	4.790	3.867	4.705	5.093	4.950
Penetració (línies/1.000 habitants)	6	10	13	16	50	126	119	141	159
HHI	10.000	10.000	10.000	9.705	9.024	8.216	7.732	6.788	5.910
Q1/Q2	100/100	100/100	100/100	98/100	93/99	88/98	85/98	77/95	69/89
>10.000 habitants									
N. operadors	1	1	1	1,3	2,1	2,44	2,84	3,43	3,86
N. operadors per mil habitants	0	0	0	0	0	0,10	0,13	0,15	0,18
Línies contractades	707	2.421	4.412	4.893	6.485	6.490	9.583	12.455	14.877
Penetració (línies/1.000 habitants)	6	9	11	15	51	82	138	191	245
HHI	10.000	10.000	10.000	9.646	8.725	7.496	6.553	4.997	3.997
Q1/Q2	100/100	100/100	100/100	97/100	90/99	83/96	75/97	62/91	52/82
<10.000 habitants									
N. operadors	-	1	1	1	1,45	1,64	2,05	2,07	2,81
N. operadors per mil habitants	-	2,17	0,98	0,86	0,47	0,67	0,94	1,18	1,47
Línies contractades	-	4,5	23	23	245	359	471	486	538
Penetració (línies/1.000 habitants)	-	16	22	22	45	184	101	109	121
HHI	-	10.000	10.000	10.000	9.826	9.180	8.757	7.909	6.761
Q1/Q2	-	100/100	100/100	100/100	99/100	95/100	93/99	87/98	77/92
2.000<pobl.<10.000 habitants									
N. operadors	-	1	1	1	1,5	1,75	2,22	2,32	3,23
N. operadors per mil habitants	-	0,41	0,29	0,27	0,30	0,36	0,48	0,53	0,76
Línies contractades	-	1	23	21	267	408	640	723	793
Penetració (línies/1.000 habitants)	-	0,41	6	6	44	69	112	128	144
HHI	-	10.000	10.000	10.000	9.808	8.992	8.409	7.334	5.846
Q1/Q2	-	100/100	100/100	100/100	99/100	94/100	91/99	83/97	70/90
<2.000 habitants									
N. operadors	-	1	1	1	1	1,19	1,64	1,63	2,06
N. operadors per mil habitants	-	3,86	3,72	3,82	2,16	1,93	1,99	2,32	2,75
Línies contractades	-	8	23	28	16,5	149	79	72	82
Penetració (línies/1.000 habitants)	-	31	85	107	60	670	77	75	81
HHI	-	10.000	10.000	10.000	10.000	9.964	9.559	8.914	8.392
Q1/Q2	-	100/100	100/100	100/100	100/100	99/100	98/100	93/99	89/96

La taula 4.2 mostra les mateixes dades ara per als municipis i anys en què hi ha oferta per part dels grans operadors de fibra, ja que alguns dels indicadors que hem mostrat a la taula 4.1 estan fortament influïts pel gran nombre de municipis sense cobertura de fibra òptica. Així, aquesta taula ens ofereix una fotografia més acurada sobre la situació allí on sí que hi ha fibra, a més d'aportar-nos informació sobre l'estructura del mercat, indicadors que no hem inclòs en la taula 4.1, que inclou municipis sense fibra.

Pel que fa al nombre d'operadors, trobem que hi ha hagut un increment molt notable per al conjunt del país. El 2010 la mitjana de municipis tenia una única empresa mentre que el 2018 aquesta mitjana ja se situava en 3. Als municipis de més de 10.000 habitants aquesta mitjana hauria arribat a 3,8, mentre que per als municipis de menys de 10.000 habitants es trobaria per sota dels 3.

De nou, observem que la penetració s'incrementa en tots els intervals de població a excepció dels municipis de menys de 2.000 habitants, i això que ara estem considerant només els municipis amb fibra òptica i, per tant, els municipis sense oferta no ens distorsionen aquestes mitjanes com sí que succeïa en la taula 4.1. Això indica, per tant, que fins i tot arribant la fibra òptica, i fins i tot incrementant el nombre d'empreses que ofereixen el servei, sembla que hi hauria alguns obstacles a l'increment de la penetració municipal de fibra òptica en els municipis petits. Això ens porta a pensar que hi ha problemes per fer atractiva la provisió de serveis en els municipis petits perquè la demanda relativa (corregida per habitants) és molt inferior a la d'altres entorns més poblats, i, a més, també hi pot influir que en els municipis petits hi ha molta més dispersió i fins i tot diferents nuclis, la qual cosa deixa fora de l'abast de la xarxa principal de fibra òptica un percentatge de població més elevat durant més temps.

Cobrir aquesta demanda relativament petita implica un desplegament de fibra i, per tant, una inversió que pot resultar poc rendible per a la iniciativa privada de les grans empreses que estem examinant. És aquest potser un dels motius que porta al fet que hàgim trobat que la contribució més gran de la fibra pública de la Generalitat es trobi en aquests municipis i que en els grans la pròpia dinàmica del mercat privat ja hagi assegurat les més altes cobertures sense que la infraestructura de la Generalitat hagi fet una contribució addicional rellevant.

El fet de restringir la mostra a municipis i anys amb fibra òptica ens permet també avaluar l'estructura del mercat sobre la base de la seva concentració. La consideració de la mitjana d'empreses i de les línies contractades és rellevant des de la perspectiva no només de

l'accés a la fibra òptica sinó també de les condicions econòmiques i tècniques d'aquest accés. Aquestes poden dependre de la competència en el mercat i ens hi podem aproximar de maneres alternatives al simple nombre d'empreses disponibles en cada mercat municipal.

Gràcies al fet de disposar del nombre de contractes podem calcular les quotes de mercat de les 5 empreses que estem avaluant per a cada municipi de Catalunya en què hi ha fibra òptica. A partir d'aquestes quotes podem obtenir un indicador habitual en l'estudi de l'organització industrial, i en particular de l'anàlisi de la competència, com és l'índex *Hirschman-Herfindahl*. Aquest índex pren valors de fins a 10.000, amb la suma de les quotes al quadrat de tots els operadors. El seu valor mostra el grau de concentració d'un mercat, i 10.000 és un mercat perfectament monopolístic (una única empresa). Valors inferiors indiquen mercats menys concentrats i, per tant, potencialment més competitius. Així, els canvis que redueixin el valor d'aquest índex apuntarien a la desconcentració del mercat i a un entorn més favorable per a la competència. Un altre de les aproximacions és calcular i mostrar les quotes de mercat de les empreses més grans del mercat. La taula 4.2 mostra la mitjana municipal de l'índex HHI i també les quotes de la primera empresa (Q1) en el municipi (només en municipis amb cobertura) i de la suma de les dues empreses amb més quota (Q2). Aquests indicadors també els calculem per a cada any i per a cada interval de població.

Pel que fa a l'índex de concentració, observem com aquest és molt elevat en tots els anys i en tots els intervals de població. Aquest fet podria deure's en part a una manca de competència efectiva en el mercat, a una manca de mida suficient per facilitar l'existència de diversos operadors, o podria també vincular-se al fet que només podem considerar els 5 grups principals d'operadors i desconeixem el nombre total de contractes d'altres empreses, que en alguns municipis poden ser rellevants i que podrien disminuir l'HHI.

Tanmateix, considerem que els valors que obtenim indiquen una indústria fortament concentrada. L'evolució temporal indica que hi hauria una tendència a la desconcentració, ja que l'HHI es redueix al llarg del temps en tots els casos. Tot i que si avaluem els intervals de població de nou observem com aquest HHI es redueix molt més marcadament en els municipis grans. L'HHI del 2018 dels municipis més grans de 10.000 habitants es troba per sota dels 4.000, mentre que en el cas dels municipis de menys de 10.000 aquest índex es manté a prop dels 7.000. Això es deu, com ja hem apuntat abans, al fet que en els municipis menys poblats hi ha menys empreses i, per tant, la concentració del mercat és més elevada, amb molts casos de monopolis locals, especialment en els municipis de menys de 2.000 habitants que disposen d'aquesta infraestructura. Les ràtios Q1 i Q2 ens evidencien aquesta

situació molt monopolística en el cas dels municipis petits, mentre que en els municipis més grans l'evolució temporal ha afavorit una desconcentració que ha afectat també les quotes de les principals empreses operadores. Dit això, segons les dades que hem recollit, la concentració del mercat continuaria sent elevada amb una quota propera al 90% per part de les dues empreses més grans (Q2). Tanmateix, cal fer notar de nou que la nostra base de dades no inclou la resta de petits operadors que poden disposar en conjunt d'una quota significativa i que faria disminuir, amb la seva inclusió, la quota de mercat mostrada en la taula 4.2. S'ha de recordar, per tant, que els HHI i les quotes de mercat s'han calculat sobre el total de contractes dels 5 grans operadors o grups empresarials: Telefónica, Vodafone, Jazztel, Orange i Más Movil.

4.2 Els impactes de la fibra òptica de la Generalitat sobre la dinàmica dels grans operadors de fibra òptica

Una altra de les qüestions que es deriven de les anàlisis anteriors és quin podria ser l'impacte de l'arribada de la xarxa de la Generalitat de Catalunya sobre la dinàmica empresarial del sector privat en relació amb les seves cobertures, línies contractades i la seva concentració superior o inferior. D'una banda, els nostres resultats estan apuntant que la fibra pública estaria contribuint a incrementar la cobertura de manera significativa només en els municipis petits. No, en canvi, en els municipis de més de 10.000 habitants. Una primera hipòtesi a explorar és, per tant, que la fibra de la Generalitat estaria promovent l'existència de més empreses i de més línies actives de fibra òptica en els municipis petits en què no hi havia cobertura privada per la via del lloguer de la seva infraestructura. A aquesta hipòtesi l'anomenarem hipòtesi de connectivitat.

Una segona hipòtesi a explorar és que l'arribada de la fibra òptica de la Generalitat podria tenir un efecte indirecte sobre les decisions de desplegament o activació de les infraestructures de fibra d'altres grans operadors. La dinamització del mercat que podria produir l'arribada de l'operador d'infraestructures de la Generalitat podria generar un efecte crida en la iniciativa privada, ja sigui perquè identifiquen un mercat en què hi pot haver un cert interès econòmic o per decisions estratègiques sobre la seva cobertura en el territori davant de l'arribada d'altres operadors de fibra. A aquesta hipòtesi l'anomenarem hipòtesi de dinamització del mercat.

Una tercera hipòtesi a contrastar és que en els municipis grans, per bé que no sembla contribuir d'una manera decisiva sobre la cobertura, que ja queda garantida per la mateixa dinàmica privada, la fibra de la Generalitat podria estar permetent una desconcentració més gran del mercat per la via de permetre l'accés a operar la seva fibra fosca a altres empreses privades no establertes en el municipi que competiran amb les empreses establertes. Aquesta hipòtesi l'anomenarem hipòtesi procompetitiva.

En aquesta secció analitzarem les tres hipòtesis amb les dades de les 5 grans companyies privades de què disposem i amb la informació aportada per la Generalitat de Catalunya sobre l'operador de la xarxa pública. Cal esmentar les limitacions d'aquestes dades per tal d'analitzar les tres hipòtesis. D'una banda, disposem d'informació sobre la presència i el nombre de línies actives en cada municipi de Catalunya per part dels 5 grans operadors, però malauradament no disposem d'informació sobre la resta d'empreses, especialment les de mida reduïda que no despleguen –o que ho fan amb molta menys rellevància– però que ofereixen comercialment el servei de fibra òptica. Aquesta manca de dades és significativa, ja que una part molt important de les empreses que contracten amb la xarxa de la Generalitat és d'aquesta tipologia d'empresa. En l'annex 3 aportem la llista completa amb la relació de clients de la Xarxa Oberta de Catalunya ordenats per nombre de serveis contractats.

D'altra banda, com que no disposem de la informació de més empreses, l'estudi sobre la contribució procompetitiva de la fibra de la Generalitat s'ha de circumscriure necessàriament al paper de les grans empreses, tal com ja hem argumentat també en la subsecció anterior quan presentàvem els valors de les quotes de mercat i de l'índex HHI. Cal fer notar que aquestes empreses, tot i connectar-se a la xarxa de la Generalitat, també podrien estar permetent a altres operadors fer ús de les seves xarxes, especialment a les empreses més petites que no reporten les seves cobertures.

4.2.1 Hipòtesi de connectivitat

Segons els nostres resultats, la infraestructura de la Generalitat estaria contribuint de manera causal a un increment de la cobertura en els municipis petits. La hipòtesi de la millora de la connectivitat d'aquests municipis es basa en el fet que el desplegament públic estaria fent possible que el sector privat, els operadors privats, comencin a donar serveis en municipis més petits on probablement no els és rendible desplegar la xarxa pròpia o està permetent que operadors que no disposen de xarxes pròpies ho facin aprofitant la inversió pública. Aquesta

hipòtesi pot estudiar-se, ateses les dades de què disposem, avaluant en quins municipis s'han llogat serveis al sector privat i a quina tipologia d'empreses s'ha fet, també considerant la mida dels municipis.

Per fer-ho tenim en compte les dades aportades per la Generalitat de Catalunya sobre els lloguers efectuats. Aquí, com en la secció sobre l'avaluació de les cobertures, fem el supòsit que aquells municipis on hi ha la connexió són municipis coberts per la iniciativa privada mitjançant la xarxa troncal de la Generalitat. A més, les dades tenen algunes limitacions per a l'objectiu que aquí ens proposem. D'una banda, no disposem d'informació sobre les línies contractades, ja que la Generalitat només disposa de la informació sobre a quina empresa operadora es lloga la infraestructura, però desconeix quantes línies aconseguen contractar aquestes en el municipi en qüestió. Així, només podrem parlar del contracte amb operadors privats, però no de quina és la seva implantació o penetració en el municipi. Això també ens impedeix conèixer, tot creuant les dades amb la nostra base de dades per a les empreses grans, si les empreses privades només cobreixen el municipi gràcies a la infraestructura de la Generalitat o també fan ús d'una altra infraestructura, ja sigui en règim de lloguer o amb infraestructura pròpia. D'altra banda, disposem de la informació sobre les altes dels contractes de lloguer, però tampoc se'ns ha aportat informació sobre les baixes, tot i que molts dels contractes donats d'alta estableixen un termini de finalització. Amb tots aquests condicionants, intentarem analitzar com la xarxa de la Generalitat estaria promovent la cobertura o connectivitat més grans dels municipis, especialment dels més petits.

D'una banda, la hipòtesi que estem analitzant, i que relaciona la fibra pública amb un increment de l'operació de fibra òptica per part dels operadors privats, pot tenir dues interpretacions complementàries. Primer, pot deure's a l'aprofitament de la xarxa per part dels grans operadors privats –i que són també els que acostumen a desplegar les seves xarxes pròpies– per accedir a mercats en què podria no ser rendible una inversió en el desplegament d'una xarxa pròpia. D'altra banda, podria deure's a l'aprofitament de la xarxa per part de petites empreses comercialitzadores que no poden oferir el servei sense una xarxa amb la qual contractar. Tercer, l'existència de la competència i l'activació de serveis per part d'operadors privats més petits podria estar fomentant la demanda de banda ampla i en particular de fibra òptica en el municipi, i així fer més atractiu o estratègic per a les empreses dominants incrementar la seva presència en el territori tot desplegant xarxa o aprofitant xarxes desplegades però no necessàriament operades fins a aquell moment.

A continuació, mirarem de tractar aquestes tres interpretacions amb les dades disponibles. Segons aquestes, la xarxa de la Generalitat hauria permès a una vuitantena d'operadors connectar-se contractant el servei de fibra fosca, ample de banda o coberturació. D'aquestes, les empreses més grans i que formen part del grup de 5 grans companyies s'haurien connectat a les instal·lacions de la Generalitat a 105 municipis de Catalunya. A 19 d'aquests com a mínim trobem dues d'aquestes empreses, habitualment Orange i Vodafone. La xarxa de la Generalitat ha contractat acords contractuals amb operadors a 130 municipis de Catalunya al llarg del període 2010-2019.

La taula 4.3 mostra els municipis en què els grans operadors han fet ús de les infraestructures de la Generalitat de Catalunya fins al mes de març de 2020. No trobem cap contracte amb Jazztel ni amb Telefónica. Pel que fa als altres grans operadors, Más Mòvil només ha contractat a dos municipis, Manresa i Sant Fruitós de Bages, des del 2011. Per tant, els operadors que més ús han fet de la xarxa de la Generalitat, amb molta diferència, han estat Orange i Vodafone.

La dada més interessant, però, és la tipologia de municipis en què han accedit per la via de la Xarxa de la Generalitat. Només el 8% d'aquests municipis són municipis de menys de 2.000 habitants i el 24% correspon a municipis d'entre 2.000 i 10.000 habitants. La majoria, en canvi, són municipis de més de 10.000 habitants. Dos de cada tres municipis són de més de 10.000 habitants. Això apunta al fet que per bé que la fibra de la Generalitat sembla haver tingut una contribució rellevant en els municipis més petits vers el que hauria ocorregut sense aquesta, l'increment no sembla haver vingut especialment dels operadors més grans. Aquests han fet ús de la infraestructura de la Generalitat en contextos urbans més poblats. Així, la primera i la tercera de les interpretacions sembla que no s'adeqüen del tot a les dades i més aviat sembla que són les empreses petites les responsables dels increments mitjans de cobertures en els municipis on la xarxa de la Generalitat hauria tingut un impacte causal significatiu.

Una manera d'avaluar-ho empíricament, tanmateix, és replicant l'estimació de l'increment de cobertures de la secció 3, distingint els municipis de menys de 2.000 habitants en què haurien entrat els operadors grans respecte dels municipis en què no haurien entrat. Els resultats resumits en la taula 4.4 ens mostren que l'increment de cobertura que assolixen els operadors petits en aquests municipis més petits (excloent les observacions en què hi ha municipis amb operadors grans connectats a la xarxa de la Generalitat) és estadísticament significatiu i positiu, amb un increment de la cobertura de mitjana d'un 16,98%, un

percentatge superior al que obteníem quan no es distingia per operador. Quan aquest exercici el fem només considerant els municipis tractats amb un gran operador i ho comparem amb el creixement de la cobertura en la resta de municipis no tractats, trobem que l'impacte d'aquests operadors sobre l'increment de cobertura és estadísticament significatiu i té una magnitud molt més gran, superior al 30%. Així, aquests operadors fan incrementar el grau de cobertura en una intensitat diferent a la que s'experimenta en altres municipis de menys de 10.000 habitants. Si avaluem la diferència dins del grup de municipis tractats, per distingir l'efecte dels operadors grans respecte dels llocs on només hi ha operadors petits, trobem que els operadors grans assoleixen uns increments de cobertura mitjans un 18% superiors als municipis on només hi ha operadors petits.

Taula 4.3. Contractes amb els grans operadors. Llista de municipis amb connexions contractades per operador fins al desembre de 2019

Orange (51)	Vodafone (71)		Más Móvil (2)
Alpicat	Abrera	Sant Pere de Ribes	Manresa
Argentona	Alcarràs	Sant Vicenç dels Horts	Sant Fruitós de Bages
Badalona	Alpicat	Santa Coloma de Farners	
Balaguer	Ametlla de Mar, L'	Santa Eulàlia de Ronçana	
Balsareny	Amposta	Santa Oliva	
Berga	Argentona	Santpedor	
Bisbal d'Empordà, La	Artés	Seu d'Urgell, La	
Blanes	Badalona	Súria	
Caldes de Malavella	Begur	Tàrraga	
Calonge	Berga	Tordera	
Capellades	Callús	Torelló	
Castell-Platja d'Aro	Cassà de la Selva	Torrefarrera	
Cerdanyola del Vallès	Castelldefels	Tortosa	
Cervera	Castell d'Empúries	Tremp	
Esparreguera	Centelles	Valls de Valira, Les	
Gironella	Cercs	Vic	
Igualada	Cerdanyola del Vallès	Vilablareix	
Jorba	Cervelló	Viladecans	
Llagostera	Dosrius	Vilanova del Camí	
Lleida	Esparreguera	Vilassar de Dalt	
Lloret de Mar	Figueres		
Manresa	Granollers		
Martorell	Hospitalet de Llobregat, L'		
Masquefa	Igualada		
Montmeló	Llagostera		
Navàs	Llavorsí		
Olesa de Montserrat	Llinars del Vallès		
Olot	Maçanet de la Selva		
Palafrugell	Martorell		
Palamós	Masies de Voltregà, Les		
Piera	Masnou, El		
Ribera d'Ondara	Mataró		
Sabadell	Mollerussa		
Sallent	Monistrol de Montserrat		
Sant Cugat del Vallès	Montmeló		
Sant Esteve de la Sarga	Navarces		
Sant Esteve Sesrovires	Olesa de Montserrat		
Sant Feliu de Guíxols	Pallejà		
Sant Fruitós de Bages	Parlavà		
Sant Joan de Vilatorrada	Pera, La		
Sant Vicenç de Castellet	Pobla de Claramunt, La		
Santa Maria de Palautordera	Preses, Les		
Súria	Reus		
Terrassa	Ripoll		
Tona	Riudellots de la Selva		
Tortosa	Roses		
Tremp	Rubí		

Vic Vidreres Vilanova del Camí Vilanova i la Geltrú	Sant Antoni de Vilamajor Sant Boi de Llobregat Sant Cugat del Vallès Sant Fruitós de Bages		
--	---	--	--

Font: Xarxa oberta de Catalunya.

Taula 4.4. Estimador en diferències sobre l'increment de cobertures segons la mida dels operadors que fan ús de la infraestructura de la Generalitat. Només municipis de menys de 10.000 habitants

DiD	Cobertura	Cobertura només municipis tractats
Operadors grans	30,08*** (5,15)	18,38*** (5,87)
Operadors petits	16,98*** (3,14)	-18,38*** (5,87)

Nota: errors estàndards corregits per heteroscedasticitat entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Totes les regressions incorporen altres controls que han resultat estadísticament significatius en els models anteriors sobre increments en la cobertura d'FTTH.

Els municipis que s'inclouen en una mostra de menys de 10.000 habitants són també molt heterogenis. Així, gràcies a les dades de cobertura del Ministeri podem examinar les dades amb més detall i replicar els models per als municipis més petits de 2.000 habitants i comparar-ho amb els models anteriors. La taula 4.5 ens mostra que el comportament dels operadors grans és força diferent en aquests municipis, potser perquè, com dèiem, hi tenen menys presència. En el cas dels municipis més petits trobem que els grans operadors no tenen una contribució significativa i que, en canvi, són els operadors petits els únics responsables dels increments de cobertura respecte del que succeeix en altres municipis d'aquesta mida sense la infraestructura de la Generalitat. De mitjana, aquests operadors estarien aportant un increment de la cobertura d'un 8,5% respecte dels municipis no tractats de la mateixa mida poblacional (vegeu la taula 5). Tot i això, quan només ens fixem en el grup de municipis tractats, no trobem diferències significatives en els increments de cobertura entre aquells en què hi ha com a mínim un operador gran respecte dels que no. Dit això, sí que veiem que la diferència d'impacte és del 9% favorable als operadors petits, encara que l'estimació no sembli tenir prou precisió per tal d'identificar una diferència estadísticament significativa.

Taula 4.5. Estimador en diferències en l'increment de cobertures segons la mida dels operadors que fan ús de la infraestructura de la Generalitat. Només municipis de menys de 2.000 habitants

DiD	Cobertura	Cobertura només municipis tractats
Operadors grans	-4,32 (7,18)	-9,51 (8,68)
Operadors petits	8,53** (3,85)	9,51 (8,68)

Nota: errors estàndards corregits per heteroscedasticitat entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Totes les regressions incorporen altres controls que han resultat estadísticament significatius en els models anteriors sobre increments en la cobertura d'FTTH.

En conclusió, la hipòtesi de connectivitat s'estaria confirmant per dues vies. Per una, per l'aprofitament de la xarxa pública per part d'operadors que no despleguen les seves pròpies infraestructures i per part dels grans operadors, que aprofitarien la xarxa de la Generalitat per no desplegar la seva pròpia xarxa troncal en municipis d'una dimensió que podria no garantir la rendibilitat econòmica de la inversió. Tanmateix, els nostres resultats aporten informació més detallada sobre la contribució dels operadors segons la mida de població dins del grup de municipis de menys de 10.000 habitants. Segons aquests, els operadors grans estarien centrant la seva contribució en l'increment de la cobertura en els municipis més grans, d'entre 2.000 i 10.000 habitants, mentre que l'increment de la cobertura en els municipis més petits –de menys de 2.000 habitants– estaria venint sobretot de la mà dels operadors petits.

4.2.2 Hipòtesi de dinamització d'infraestructures privades

La segona hipòtesi a contrastar és la que relaciona l'arribada de la fibra pública amb efectes indirectes sobre la dinàmica empresarial de les empreses no connectades a aquesta. Per tant, la pregunta que ens fem en aquesta subsecció és si el fet que en un municipi arribi la infraestructura de la Generalitat fa que el sector privat dinamitzi la seva oferta pròpia –i al marge de la xarxa pública– amb una intensitat més gran del que ho faria sense l'arribada de la xarxa de la Generalitat. Una manera de contrastar-ho és estimant quin és el canvi que l'arribada de la xarxa pública produeix en les línies actives de les grans empreses privades que estarien cobrint el municipi mitjançant alguna xarxa diferent a la de la Generalitat. Cal recordar que només podem avaluar-ho per als 5 grans operadors del mercat. Per fer-ho avaluem un model de *diferències en diferències* on la variable dependent és el nombre de línies

actives i el nombre de línies actives per miler d'habitants de les empreses que no operen amb un contracte amb la xarxa pública de la Generalitat. Així, avaluarem si l'arribada de la xarxa pública incrementa o no la penetració assolida per les empreses privades. El supòsit de què partim és que si les empreses que no tenen contractes amb la xarxa de la Generalitat estan incrementant la seva oferta en el municipi ho estarien fent amb infraestructura pròpia. Tanmateix, cal fer notar que hi ha la possibilitat que les empreses que contracten amb la xarxa de la Generalitat després cedeixin la seva infraestructura de fibra pròpia a altres operadors. Per tant, cal tenir en compte que aquests els estariem considerant com a operadors que no ofereixen el seu servei mitjançant la xarxa neutral, tot i que en realitat sí que ho estarien fent. Aquest tractament de les dades estaria sobrevalorant l'impacte dinamitzador de la xarxa pública i, per tant, caldria prendre'l amb cautela en cas d'aportar-ne una evidència favorable. Malauradament, l'operador de la xarxa pública i la Generalitat desconeixen si els operadors amb què contracten tenen també altres contractes amb tercers. Amb les dades de què disposem de cobertures i línies actives tampoc ho podem distingir.

Malgrat això, hem avaluat aquesta hipòtesi considerant només els municipis en què no hi havia fibra el 2014. Així, qualsevol increment de les línies obeeix necessàriament al desplegament d'infraestructures, a l'activació d'infraestructures que no s'estiguessin operant el 2014 o, com hem advertit, als acords que hi pugui haver entre l'empresa que contracta amb la xarxa pública i un tercer operador. Així, centrem l'avaluació en l'efecte sobre les grans empreses que decidirien, segons la hipòtesi, començar a oferir els seus serveis amb la seva infraestructura o llogant-ne una altra de diferent a la de la Generalitat.

Taula 4.6. Estimador en diferències sobre el nombre de línies actives sense contracte amb la xarxa de la Generalitat. Només municipis sense fibra òptica el 2014

	Tots els municipis	<10.000 habitants	<2.000
DiD	378,15**	176,47*	25,55
(N. línies actives)	(162,8)	(95,69)	(39,60)
N. observacions	604	489	189
R ²	0,50	0,40	0,29

Nota: errors estàndards corregits per heteroscedasticitat entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Totes les regressions incorporen altres controls que han resultat estadísticament significatius en els models anteriors sobre increments en la cobertura d'FTTH.

Els resultats d'aquests models mostrats a la taula 4.6 donen suport estadístic a la hipòtesi dinamitzadora del mercat. Segons els nostres resultats, l'aparició de la xarxa de la Generalitat ha fet incrementar el nombre de línies actives dels grans operadors en una mesura

més gran allà on ha arribat que a la resta de municipis control de la mostra. L'increment de línies és estadísticament diferent del que hauria succeït sense la presència de la fibra òptica de la Generalitat. Els resultats mostren prou significació estadística, excepte per al cas dels municipis de menys de 2.000 habitants. Tot i això, cal recordar que l'estratègia empírica està sobreestimant l'efecte mitjà de la xarxa pública perquè inclou en la variable dependent (nombre de línies actives en un municipi per operadors que no tenen un contracte amb la xarxa pública) possibles línies que els operadors grans estarien operant mitjançant la infraestructura d'empreses que sí que estarien llogant la fibra fosca de la Generalitat. Per tant, els resultats significatius han de prendre's amb certa cautela. En canvi, aquest mateix motiu fa que puguem ser força contundents a afirmar que la hipòtesi no rep un suport empíric en els municipis de menys de 2.000 habitants.

4.2.3 Hipòtesi procompetitiva

Una tercera hipòtesi a contrastar té a veure amb la contribució procompetitiva de la xarxa de fibra òptica de la Generalitat de Catalunya en l'àmbit més poblat de Catalunya. Si bé hem estimat que el paper de la infraestructura no pot associar-se a un increment de la cobertura respecte del que hauria succeït sense aquesta en els municipis grans, sí que podria haver tingut un impacte sobre la competència o sobre la desconcentració del mercat afavorint que més empreses poguessin operar serveis de fibra òptica al marge o en condicions més favorables que les facilitades per les empreses establertes amb infraestructura pròpia i que podien llogar-les a empreses comercialitzadores del servei.

En aquesta qüestió, primer, cal apuntar l'opinió del regulador. La CNMC considera des de l'any 2016 que en algunes de les zones més poblades de Catalunya hi ha prou competència en el mercat de banda ampla i les denomina de lliure competència. En aquests municipis considerats de lliure competència, la quota de l'operador dominant (normalment Movistar-Telefónica) en el mercat minorista de banda ampla era inferior al 50% i hi ha, com a mínim, tres NGA (banda ampla de nova generació) amb una cobertura mínima del 20%. A Catalunya, des del 2016 es consideren en lliure competència els 14 municipis següents:

Badalona, Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Cornellà de Llobregat, Granollers, l'Hospitalet de Llobregat, Lleida, Mataró, Reus, Sabadell, Sant Adrià de Besòs, Santa Coloma de Gramenet, Terrassa i Vilafranca del Penedès.

En aquestes zones les empreses establertes, i en particular l'operador dominant, no estan obligades a garantir l'accés a la seva infraestructura. Aquest fet pot llegir-se de dues maneres. D'una banda, que la CNMC no considera que hi hagi problemes de competència en aquest mercat i, per tant, la hipòtesi procompetitiva de la infraestructura de la Generalitat perdria rellevància en aquests municipis, especialment quant a la justificació de la inversió destinada a afegir infraestructura allà on ja n'hi ha. D'aquests municipis n'hem identificat 11 on arriba la fibra de la Generalitat o en els quals hi ha signat algun acord de serveis amb operadors. Cal recordar, a més, que hem comprovat que la xarxa de la Generalitat no fa res que no faci per si sol el mercat en aquests àmbits més poblats en termes de cobertures.

D'altra banda, aquest fet també pot llegir-se tenint en compte que en el moment en què la CNMC declara la zona lliure de competència la no obligació de l'empresa dominant a llogar la seva infraestructura pot fer necessària la xarxa pública o incrementar-ne el valor, ja que permet que els operadors que utilitzaven la xarxa regulada disposin d'una alternativa per poder operar els seus serveis sense desplegar infraestructura pròpia. De fet, una tercera interpretació encara més favorable a la hipòtesi procompetitiva ens portaria a considerar que la gran majoria de municipis als quals dona cobertura la xarxa de la Generalitat no estan considerats de lliure competència perquè no es donen les condicions suficients perquè així sigui, tot i que cal mencionar que en l'actualitat la CNMC està estudiant l'addició de 592 municipis arreu d'Espanya a la categoria de lliure competència. A Catalunya el nombre total de municipis en competència passaria a ser de 96.

En el tractament de la hipòtesi de connectivitat privada anterior, hem vist com la millora en la cobertura dels municipis més petits venia explicada pels operadors petits i no per part dels operadors més grans, que, com hem mostrat, s'han centrat en municipis de mida més elevada, i és allà on la seva contribució relativa en la connectivitat ha estat més pronunciada. Recordem també que dos de cada tres contractes amb Orange i Vodafone amb la xarxa de la Generalitat es donaven en municipis de més de 10.000 habitants. I cal fer notar que és precisament en aquests municipis on és més probable que ja hi hagi una cobertura prèvia per part de l'operador dominant. Aquest fet podria afavorir, per tant, una competència més gran i una desconcentració del mercat en aquests municipis gràcies a l'aparició via contractes amb la xarxa de la Generalitat de rivals amb capacitat i mida per poder competir amb l'operador dominant.

Una hipòtesi a contrastar és que la fibra pública neutral de la Generalitat, quan arriba a un municipi on ja hi havia fibra d'altres operadors, redueix el grau de concentració del

mercat en aquell municipi de manera significativa, així com la quota de l'empresa dominant fins a aquell moment. Per contrastar la hipòtesi estimem un model de diferències en diferències, en què utilitzem el grup de municipis on mai hauria arribat la fibra de la Generalitat com a control per tal d'estimar el comportament contrafactual. Aquest model l'apliquem a la mostra de municipis amb presència de fibra òptica i estimem la contribució de la política al canvi en les variables dependents d'estructura del mercat.

La taula 4.7 mostra els resultats de l'estimador en diferències associat a l'arribada de la fibra òptica de la Generalitat sobre la concentració del mercat, aproximada amb l'índex HHI al cap d'un any, en municipis que ja disposaven de fibra òptica privada el 2015, proveïda per algun dels 5 grans operadors. En aquest model estimem l'impacte que hauria tingut l'arribada de la fibra de la Generalitat en la concentració del mercat municipal. Triem com a any inicial per avaluar l'increment diferencial entre municipis tractats i controls el 2015 perquè els anys anteriors el nombre d'aquests municipis (amb fibra òptica privada) a la mostra és molt reduït i aquest és l'any en què hi ha un augment més significatiu respecte de l'any anterior. Els resultats no canvien substancialment si agafem l'any 2014 com a base per a l'anàlisi però es perd precisió amb increments en els errors estimats.

En aquesta taula 4.7 mostrem 4 estimacions, dues amb la variable dependent amb l'índex de concentració HHI i dues en què la variable dependent és la quota de l'empresa dominant en el mercat municipal. En la primera i tercera columna mostrem el model que avalua el conjunt de tots els municipis de més de 10.000 habitants. Recordem que la hipòtesi estaria lligada a la contribució procompetitiva en municipis grans. Els resultats mostren que no hi ha una contribució estadísticament significativa per part de la fibra de la Generalitat, ni sobre l'índex de concentració ni sobre la quota de l'empresa dominant quan es consideren tots els municipis de més de 10.000 habitants. Per tal d'avaluar si aquest resultat està condicionat pels municipis de més mida, hem restringit la mostra i replicat el model provant diferents intervals tot decreixent la mida màxima dels municipis de la mostra. Finalment, hem identificat un interval per al qual la hipòtesi procompetitiva sí que trobaria un marcat suport empíric. Es tracta de l'interval entre 10.000 i 25.000 habitants. En aquest grup de municipis trobem que el coeficient associat a l'estimador en diferències és negatiu i estadísticament significatiu al 5%. De fet, ampliar l'interval fins a municipis de com a mínim 5.000 habitants també reporta un resultat molt similar tot i que lleugerament inferior en termes de magnituds de l'impacte. Aquest resultat donaria suport empíric a la hipòtesi procompetitiva, tot i que restringeix la seva validesa a municipis d'aquest interval. De fet, la mostra amb municipis de més de 25.000 habitants no reporta cap impacte significatiu, com és esperable.

Pel que fa a la magnitud dels efectes procompetitius, trobem que el diferencial en l'HHI associat a la política és de 1.338 punts, la qual cosa suposa una reducció de prop d'un 13,4% en municipis que partissin d'una estructura monopolística i, per tant, d'un HHI de 10.000.

Taula 4.6. Estimador en diferències sobre els indicadors de concentració del mercat. Només municipis amb FTTH l'any 2015

	Tots els municipis		>10.000		10.000-25.000	
	HHI	Q1	HHI	Q1	HHI	Q1
DiD	-0,0577 (0,0584)	-0,0703* (0,0425)	-0,0506 (0,0596)	0,0582 (0,0424)	-0,1338** (0,0560)	-0,1019** (0,0409)
N. observacions	360	360	198	198	103	103
R ²	0,51	0,59	0,65	0,67	0,83	0,82

Nota: errors estàndards corregits per heteroscedasticitat entre parèntesis; significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$. Totes les regressions incorporen altres controls que han resultat estadísticament significatius en els models anteriors sobre increments en la cobertura d'FTTH.

Pel que fa a la quota de mercat de l'empresa dominant, el resultat més favorable a la hipòtesi és també per a l'interval entre 10.000 i 25.000 habitants, amb una reducció de la quota estimada en el 10,2%, que també és estadísticament significativa al 5%. Tot i això, l'estimació per al conjunt de municipis també aporta una evidència favorable amb una reducció de la quota de l'empresa dominant del 7%. Per tant, aquests models ens indicarien que la fibra de la Generalitat ha reduït la concentració del mercat en els municipis de manera diferencial a com ha succeït en la resta de municipis de control i que sobretot ho ha fet en municipis que es troben entre els 10.000 i els 25.000 habitants. Per tant, trobem suport empíric a la hipòtesi procompetitiva, tot i que sembla circumscriure's bàsicament als municipis d'aquestes mides.

5. ELS IMPACTES SOCIOECONÒMICS DEL DESPLEGAMENT DE LA XARXA DE FIBRA ÒPTICA NEUTRAL SOBRE ELS MUNICIPIS DE CATALUNYA

Una vegada examinada i avaluada la contribució sobre els increments de cobertura, aquesta secció es dedica a l'avaluació dels impactes socioeconòmics del desplegament de la xarxa de fibra òptica neutral de la Generalitat de Catalunya sobre els municipis de Catalunya. Aquesta avaluació suposa, juntament amb els resultats de l'impacte sobre l'increment de cobertures, un dels principals resultats d'aquest informe i del conjunt de l'estudi, ja que es dedica a l'estimació dels beneficis socials associats a aquesta política i que, per tant, serviran per alimentar l'avaluació econòmica de la política.

Abans d'entrar en l'apartat empíric d'aquesta avaluació, revisarem la literatura relacionada prèvia, la qual cosa permetrà situar millor les expectatives sobre els impactes en el marc de l'evidència prèviament estudiada, així com el context metodològic en què aquestes qüestions són avaluades per la literatura científica. La segona subsecció es dedica a l'avaluació empírica dels impactes de la política en diverses dimensions socioeconòmiques a escala municipal. Les dades utilitzades en aquest estudi i les metodologies emprades es descriuen en detall en aquesta segona subsecció i s'hi discuteixen els principals resultats obtinguts.

5.1 Revisió de la literatura relacionada: impactes socioeconòmics de la banda ampla

Hi ha una àmplia literatura científica que ha examinat els efectes i impactes de les infraestructures de banda ampla i les seves diferents velocitats. Entre els impactes estudiats sobresurten els impactes socioeconòmics, formats per exemple pels impactes d'aquestes infraestructures a escala regional i local en termes d'ocupació i activitat econòmica, creixement de la productivitat, moviments de població i preus residencials. La informació de detall dels estudis revisats per realitzar aquest capítol està resumida en taules en l'annex 1 de l'estudi.

5.1.1 *Impactes sobre el creixement*

Si bé l'evidència sobre l'impacte de les infraestructures de banda ampla en el creixement econòmic és escassa, hi ha alguns treballs recents sobre aquesta qüestió. D'una banda, el treball de Briglauer i Gugler (2019), avalua empíricament aquest impacte i distingeix per

tecnologies i per països de l'EU27 per al període 2003-2015. Aquest estudi estima un efecte petit però estadísticament significatiu de la fibra òptica per sobre de la banda ampla bàsica. Una adopció un 1% més gran en aquesta aporta un increment petit d'entre el 0,002-0,005 per cent en el PIB. D'altra banda, el treball de Koutroumpis (2019) avalua l'impacte sobre l'economia de l'adopció i la qualitat de les connexions de banda ampla per als països de l'OCDE. Els seus resultats, basats en el període 2002-2006, troben un efecte consistent de l'adopció de banda ampla sobre el PIB amb retorns decreixents a escala. El país amb un impacte més gran seria Corea, amb prop d'un efecte del 0,14% del PIB anual, i el darrer país és Eslovàquia, amb un efecte anual proper al 0,7%. També conclou que la velocitat actua com a moderador d'aquests efectes i identifica un llindar de velocitat a partir del qual les millores deixen de ser productives. Aquest llindar s'incrementaria al llarg del temps gràcies a la millora de les aplicacions i de les habilitats disponibles.

Per la seva banda, Qiang et al. (2009) estimen els impactes tant per a països desenvolupats com per a països en desenvolupament i troben que un increment del 10% en la penetració de banda ampla implica incrementar el creixement del PIB en un 1,21% en els països desenvolupats i en un 1,38% en els països en desenvolupament, tot i que adverteixen que aquest darrer coeficient és significatiu només al 10%.

5.1.2 Impactes sobre l'ocupació i els ingressos

Pel que fa als efectes sobre l'ocupació, la literatura mostra resultats favorables però amb algunes importants excepcions que fan que a priori no es pugui ser contundent quant a l'efecte esperat en el nostre estudi. L'adopció i disponibilitat de tecnologies de banda ampla ha resultat efectiva en la creació de llocs de treball segons la majoria d'estudis, mentre que en d'altres els efectes no són gaire significatius. De fet, que la majoria d'estudis siguin realitzats sobre la realitat dels Estats Units pot fer que el resultat favorable que sembla produir-se en aquest país influeixi en els resultats globals de la literatura, ja que en aquest sentit les principals excepcions provenen d'estudis aplicats a altres països. A continuació descriurem els estudis que han aportat una evidència favorable als impactes positius i després seguirem amb els que han aportat una evidència menys favorable o fins i tot contrària.

D'una banda, Lehr et al. (2006), amb dades de panell per als Estats Units a escala de comtats i per al període 1998-2002, troba que aquelles comunitats on es va desplegar una xarxa de banda ampla a partir de desembre de 1999 van experimentar un creixement de la

taxa d'ocupació d'entre un 1% i un 1,5%. Aquests efectes, tot i estadísticament significatius, no mostren una gran magnitud. En un exercici similar per als comtats de Kentucky (EUA) durant els anys 2003-2005, i a partir d'un model de mínims quadrats generalitzats per corregir l'heteroscedasticitat, Shideler et al. (2007) estimen que el desplegament de la banda ampla té un impacte positiu i significatiu sobre l'ocupació. Aquesta experimentaria, segons l'estudi, increments entre el 0,14% i el 5,32%. A més, aquelles indústries que es beneficien d'aquest creixement, segons l'estudi, són curiosament les de la mineria, la construcció, la informació i el tractament de residus. Aquest resultat és també compartit per Kolko (2012), que utilitzant també dades de panell per als comtats dels Estats Units des de 1992 fins a 2006, i a partir de variables instrumentals, troba una relació positiva i significativa entre l'expansió de la banda ampla (nombre de proveïdors) i l'ocupació de fins a un 6%. Aquest efecte, en contrast amb l'estudi anterior, és més fort en indústries intensives en tecnologies.

Altres estudis amb mètodes menys sofisticats apunten també resultats similars. Per exemple, Jayakar i Park (2013) prenen dades de 415 comtats repartits en vuit estats dels Estats Units d'Amèrica per al període 2008-2011, amb la finalitat d'estudiar si la inversió en infraestructura de banda ampla redueix l'atur. Mitjançant regressions lineals múltiples, conclouen que els comtats amb un desplegament més gran de banda ampla van tenir taxes d'atur més baixes el 2011. Un increment del 10% en la disponibilitat de banda ampla genera una disminució del 0,7% en l'atur, segons les estimacions dels autors.

Un altre resultat consistent amb els anteriors és el de Forman et al. (2012), per bé que aquest treball se centra en inversions en la xarxa d'Internet. En aquest estudi es fa ús d'un panell de dades a escala de comtat per als Estats Units entre 1995 i l'any 2000. Els autors estimen, mitjançant el mètode de variables instrumentals, la relació entre la inversió a Internet (programari, comerç electrònic, etc.) i els salaris i l'ocupació. Els resultats confirmen que la inversió està correlacionada amb el creixement de l'ocupació i dels salaris al 6% dels comtats (que engloben un 42% de la població), caracteritzats per un ús intensiu de l'alta tecnologia, alts ingressos, etc. Aquests comtats obtenen un increment salarial del 28% (sense ponderar per població). Per tant, les inversions a Internet ajuden a reduir el cost de viure en zones geogràficament aïllades, però surten més beneficiades les regions més dinàmiques.

En efecte, la literatura ha mostrat un interès força marcat en el paper de les polítiques públiques de desplegament i inversió en aquestes infraestructures en zones rurals. Per la seva banda, Kandilov i Renkow (2010) avaluen, mitjançant un model de diferències en diferències i *Propensity Score Matching*, un programa d'ajudes de l'any 2002 per al desplegament de la banda

ampla a zones rurals dels Estats Units amb una població inferior als 20.000 habitants. Les dades utilitzades cobreixen el període 1994-2007. Les seves estimacions apunten l'existència d'un creixement positiu i significatiu del programa sobre l'ocupació (5%), les nòmines (4,5%) i el nombre d'establiments comercials (6,8%). Tanmateix, els resultats s'expliquen principalment per als comtats pròxims a zones urbanes. En canvi, Atasoy (2013), que també avalua els efectes en zones rurals a escala de comtat (Estats Units) entre 1999 i 2007, estima que l'accés de banda ampla està associat a un creixement de la taxa d'ocupació de l'1,8% i que aquest efecte és més gran en zones rurals aïllades. Tenint en compte el nivell educatiu, la banda ampla incrementa la taxa d'ocupació i els salaris només per als treballadors amb títol universitari.

En un estudi posterior i més complet, Whitacre et al. (2014a) utilitzen dades a escala de comtat no metropolitans per al període 2001-2010 per estudiar el vincle entre la disponibilitat/adopció de la banda ampla i el desenvolupament econòmic rural. Amb un model de *Propensity Score Matching*, troben que els comtats amb nivells d'adopció més grans experimenten un creixement més ràpid de l'ocupació, de l'ingrés mitjà i del nombre d'establiments. Aproximadament, els comtats amb baixos nivells d'adopció tenen taxes de creixement empresarial i de l'ocupació un 3% més baixes. A més, la velocitat de descàrrega apareix com un factor important per al benestar d'una comunitat, ja que les velocitats altes estan associades a nivells de pobresa un 2,6% més baixos. No obstant, una disponibilitat més gran de banda ampla afecta negativament els propietaris de negocis no agrícoles, els ingressos dels quals creixen fins a un 5% menys en comparació amb els comtats amb menys disponibilitat. Això es deu, segons els autors, al fet que els comerços no compleixen les expectatives dels consumidors en termes de pagaments en línia o pàgines web tot i haver-hi una àmplia disponibilitat de banda ampla. En un altre treball del mateix any, Whitacre et al. (2014b) certifiquen l'impacte positiu de l'adopció de banda ampla sobre l'ocupació i sobre els ingressos mitjans de les llars en comtats no metropolitans. Utilitzen per a aquest objectiu regressions espacials i primeres diferències per a una mostra per al període 2008-2011.

La qüestió de la velocitat és també objecte d'altres estudis detallats. Per exemple, Bai (2017) analitza els beneficis econòmics de tenir una banda ampla i distingeix entre velocitat normal i ràpida. Amb dades per comtats a 8 estats entre 2011 i 2014 i a partir d'un estimador en primeres diferències troba una relació positiva entre la disponibilitat de banda ampla i ocupació, però en comparació amb la banda a velocitat normal la (ultra)ràpida no sembla generar efectes més marcats. Aquests resultats, però, són objecte de revisió per part de Whitacre et al. (2018), que identifiquen un error de càlcul que invalidaria l'efecte positiu

identificat. D'altra banda, Ford (2018) també compara els efectes en determinats indicadors econòmics de dues velocitats de banda ampla (comtats amb 10 Mbps vs. comtats amb 25 Mbps). Els resultats obtinguts amb un estimador de mínims quadrats ponderats indiquen que no hi ha diferències entre les diferents velocitats, com a mínim en relació amb l'ocupació, els ingressos totals i els laborals. Així, per bé que la literatura sembla aportar una evidència favorable als efectes positius de la banda ampla sobre l'ocupació, les diferències en la velocitat no semblarien tan rellevants com la disponibilitat i l'adopció de la banda ampla.

També la velocitat és l'objecte d'estudi de Lobo et al. (2020). En aquest estudi els autors se centren en els comtats de l'estat de Tennessee en el període 2011-2015 per examinar els efectes de la velocitat de banda ampla en la taxa d'atur a través d'un model de diferències en diferències generalitzat, mitjançant un panell de dades amb efectes fixos. Els autors conclouen que els comtats amb una banda més ràpida (>100 Mbps) tenen taxes d'atur fins a un 0,26% més baixes que els comtats amb velocitats més baixes. Els comtats rurals amb banda ampla d'alta velocitat tenen taxes d'atur un 0,38% més baixes que els comtats urbans. En general, l'accés a una banda ampla de més velocitat redueix la taxa d'atur en un 0,2-0,3%.

L'evidència sobre la relació entre infraestructures de banda ampla i ocupació és similar per al Canadà, tal com apunta l'estudi d'Ivus i Boland (2014). Aquest és el primer article que avalua l'impacte de la banda ampla al Canadà sobre l'ocupació i els salaris. Amb dades de 4.344 comunitats classificades en 76 regions econòmiques per al període 1997-2011 i aplicant una metodologia de variables instrumentals, conclouen que una cobertura més gran de banda ampla té un efecte positiu i significatiu en l'ocupació rural i en el creixement salarial del sector serveis. Per tant, i seguint l'argument dels autors, la banda ampla contribuiria al fet que les empreses de serveis superin les barreres geogràfiques.

A Europa també hi ha evidència favorable a l'impacte d'aquestes infraestructures en l'ocupació i l'activitat econòmica. Per exemple, Hasbi (2017) analitza l'impacte de la fibra òptica en alguns indicadors econòmics en els municipis francesos de més de 2.000 habitants durant el període 2010-2015. Amb un panell de dades amb efectes fixos de municipi i tècniques de diferències en diferències, l'autor estima que en els municipis amb una xarxa de fibra òptica l'atur va disminuir una mitjana d'un 7%.

Altres estudis que utilitzen dades i metodologies similars, en canvi, no aporten una evidència positiva tan concloent. Alguns d'aquests estudis examinen l'experiència alemanya. Per exemple, Frabritz (2013) utilitza un panell de dades per avaluar la cobertura de banda ampla a 8.460 municipis d'Alemanya occidental per al període 2005-2009. Estima que la

infraestructura de banda ampla té un efecte positiu però molt limitat. Un augment del 10% en la disponibilitat de banda ampla incrementa la taxa d'ocupació local en només un 0,039%. Aquest efecte tan reduït pot ser fins a tres vegades més gran en municipis rurals (aquells que es troben a 32 km del centre regional), per arribar al 0,15%. Aquesta xifra continua sent molt petita i, segons l'autor de l'estudi, sembla que provingui del sector serveis. També per a Alemanya, en un estudi molt recent, Briglauer et al. (2019) examinen l'impacte d'un programa d'ajuda a la millora d'infraestructures de banda ampla centrat en la velocitat en zones rurals a Baviera. El període estudiat inclou els anys 2010-2014 i cobreix 1.885 municipis (1.129 dels quals van rebre l'ajut). El mètode d'avaluació implementat és un diferències en diferències, que permet concloure als seus autors que el programa no va ajudar en la creació de llocs de treball local (o autònoms). Dit això, la població residencial ocupada va augmentar un 0,11%, la qual cosa sembla indicar que una velocitat i cobertura més grans permet als residents treballar fora del municipi i evitar la despoblació del municipi rural, malgrat no crear llocs de treball al mateix municipi. Tampoc Czernich (2014) troba una evidència favorable amb la disponibilitat de banda ampla una vegada s'utilitzen mètodes d'avaluació causal més robustos com el mètode de variables instrumentals per solucionar problemes de causalitat inversa i variables omeses. La conclusió de l'estudi és, per tant, que no hi ha una relació entre la banda ampla i l'atur.

Un altre article recent sobre l'experiència alemanya és el de Stockinger (2017), que és el primer que sembla identificar efectes positius i significatius. Aquest estudi utilitza dades a escala municipal per al període 2005-2009, quan va introduir-se la banda ampla a les regions rurals d'Alemanya. Mitjançant el mètode de variables instrumentals, estima que el desplegament de la banda ampla va tenir un impacte positiu en el creixement de l'ocupació en el sector serveis d'Alemanya occidental, però en canvi l'efecte va ser negatiu a l'Alemanya oriental.

Fora d'Europa, també hi ha evidències poc favorables al vincle entre banda ampla i ocupació. Fabling i Grimes (2016) utilitzen dades a escala d'empresa a Nova Zelanda entre 2010 i 2012. Amb una estratègia de variables instrumentals no troben efectes significatius entre l'adopció de fibra i l'ocupació o la productivitat.

5.1.3 Impactes sobre la productivitat i l'activitat econòmica

Una altra línia d'estudi sobre l'impacte de la banda ampla ha centrat els esforços en la productivitat de les empreses i treballadors i els resultats en innovació. Pel que fa a l'evidència favorable a aquesta relació, trobem Grimes et al. (2012), que estudien el cas de Nova Zelanda i ho fan amb microdades a escala d'empresa i amb els mètodes *Propensity Score Matching* i de variables instrumentals. L'adopció de la banda ampla augmenta la productivitat de les empreses entre un 7% i un 10%, amb efectes consistents en zones urbanes i rurals i en sectors poc o altament intensius en coneixement. Akermant et al. (2015) identifiquen la importància de la qualificació dels treballadors. Per al cas noruec i amb una mostra d'empreses per al període 2001-2007 a la qual se li aplica el mètode de les variables instrumentals, estimen que la banda ampla millora la productivitat laboral només dels treballadors qualificats, ja que és una eina complementària que permet substituir treball menys qualificat. De fet, l'evidència reportada indica que hi ha una relació negativa entre la banda ampla i la productivitat del treball menys qualificat. Canzian et al. (2015), amb dades d'empreses de la província de Trento (Itàlia), mostren evidència de l'impacte d'un programa d'instal·lació d'infraestructura de banda ampla per etapes en municipis rurals. A partir d'un mètode de diferències en diferències conclouen que la disponibilitat de banda ampla està associada a un augment de la facturació del 40% i un increment del valor afegit del 25%. Les empreses establertes en zones rurals es beneficien significativament de la intervenció a curt i mig termini (dos anys després del programa).

Per contra, altres estudis aporten una evidència menys favorable. Bertscheck et al. (2013) utilitzen dades d'empresa per al cas alemany entre 2001 i 2003 per estimar que la banda ampla no té efectes positius ni significatius en el nivell d'innovació i De Stefano et al. (2014) no troben efectes significatius de la banda ampla sobre el rendiment de les empreses de la ciutat de Kingston-upon-Hull del Regne Unit entre 2000 i 2004 aplicant mètodes de regressió en discontinuïtat. Els efectes heterogenis sobre la productivitat també semblen dependre de la productivitat prèvia. Haller i Lyons (2015) també utilitzen dades d'empreses per divisions electorals entre 2002 i 2009 per concloure que, mitjançant variables instrumentals, les empreses més productives tenen més probabilitats d'utilitzar la banda ampla, però la seva adopció no afectaria la seva productivitat i creixement.

Pel que fa als efectes econòmics més generals, la literatura obté resultats mixtos. D'una banda, Ford i Koutsky (2005) estudien el cas del comtat de Lake a Florida, on a partir de 2001 empreses i organismes governamentals amb accés a banda ampla amb connexions de fibra òptica per al període 1998-2004 i utilitzant regressions aparentment no relacionades (*Seemingly Unrelated Regressions*) troben que l'activitat econòmica va créixer un 100% més que

en altres comtats comparables. En aquest mateix àmbit, Sosa (2014) estudia els comtats dels Estats Units els anys 2011 i 2012 i, mitjançant dades de panell amb efectes fixos, conclou que les zones amb servei gigabit desplegat (> 1.000 Mbps) tenen un PIB per capita més alt que les àrees amb poca o cap disponibilitat d'aquesta tecnologia.

En relació amb els efectes sobre el nombre d'establiments i localització d'empreses, la literatura ha aportat alguna evidència significativa. D'una banda, Lehr et al. (2006) troben que la banda ampla va generar un increment en el nombre d'establiments als comtats dels Estats Units del 0,48%, una xifra força limitada, malgrat que estadísticament significativa. En canvi, Shideler i Badasyan (2012), només per a l'estat de Kentucky entre 2003 i 2005, estimen que el desplegament de la banda ampla incrementa el nombre de petites i mitjanes empreses en un 2,17% i un 5,34%, respectivament. Tot i aquest resultat aquests autors no troben efectes per a les grans empreses i en zones rurals el creixement és més lent.

En aquesta línia, Whitacre et al. (2014a) conclouen que l'adopció de banda ampla té un efecte positiu en el nombre d'empreses, mentre que Mack i Rey (2014), aplicant mètodes de variables instrumentals per a 54 àrees metropolitanes dels Estats Units, conclouen que el desplegament de la banda ampla va tenir un impacte positiu en el nombre d'empreses intensives en coneixement a 49 de les 54 àrees considerades. La velocitat, a més, també sembla tenir un paper destacable. Així ho apunta Mack (2014), que estudia el vincle entre velocitat i la decisió de localització de les empreses a l'estat d'Ohio. A partir de models espacials conclou que la decisió de localització de les empreses depèn de la velocitat i que aquesta és especialment important per a la localització d'empreses agrícoles i rurals, la qual cosa posa de manifest la importància de dissenyar polítiques que millorin les infraestructures en zones rurals.

Més evidència en aquesta mateixa línia pot trobar-se en estudis més recents, com el de Kim i Orazem (2017) per als comtats dels Estats Units de Carolina del Nord i Iowa. Amb l'estimació de regressions logístiques condicionades, arriben a la conclusió que la banda ampla té un efecte positiu en les decisions de localització de les empreses en zones rurals, ja que s'incrementa la rendibilitat, segons els autors. A més, aquest efecte és més gran en àrees rurals més poblades i adjacents a àrees metropolitanes, fet que seria indicatiu d'economies d'aglomeració.

També a Europa hi ha una evidència similar. McCoy et al. (2018) se centren en el cas d'Irlanda. Amb dades per divisions electorals per al període 2002-2011 i aplicant un model de binomial negativa, conclouen que la disponibilitat d'una infraestructura de banda ampla

de fibra contribueix a l'establiment de noves empreses, especialment en el sector de l'alta tecnologia. En canvi, aquest efecte és més gran en àrees amb un nivell educatiu més alt, fet que suggereix que la banda ampla és una condició necessària però no suficient per atreure empreses. A França, Hasbi (2017, 2020) analitza fins a quin punt la banda ampla té un impacte causal en la creació de nous negocis a França a escala municipal per al període 2010-2015. Aplicant una binomial negativa conclou que en aquells municipis amb una xarxa de fibra òptica el nombre d'establiments es va incrementar en un 2,7%, ja que són més atractius. En el sector serveis i en el de la construcció, aquest efecte és del 4%, mentre que en el sector industrial no hi ha resultats significatius. Les empreses unipersonals es van incrementar en un 1,9% en els municipis on s'havia desplegat una xarxa de fibra. A més, les empreses tenen un 2,5% més de probabilitats d'instal·lar-se en els municipis amb fibra i població altament qualificada.

5.1.4 Impactes sobre els moviments de població i el mercat de l'habitatge

Altres estudis analitzen els efectes de la banda ampla en la migració i despoblament de zones rurals. Mahasuweerachai et al. (2010), per exemple, utilitzen dades de població per comtats als Estats Units en el període 2000-2006 per estudiar els moviments migratoris derivats del desplegament de la banda ampla. A partir d'una regressió espacial i un model logístic estimen que les zones amb com a mínim un tipus de banda ampla (cable o DSL) van experimentar una migració neta un 0,7% més gran que aquelles que no en tenien. A més, entre les àrees rurals (amb accés i sense) no hi ha diferències, mentre que en les àrees urbanes aquelles amb banda ampla (cable i DSL) tendeixen a tenir nivells de migració total neta entre un 1,2% i un 1,9% més alts i nivells de migració domèstica neta d'un 1,5% a un 2,3% més alts. Els comtats urbans experimenten una migració total neta més alta (1,5%-2,9%) i domèstica neta (2,3%-3,5%). En zones rurals, la taxa d'immigració interna neta és un 1,1% més alta que en aquelles zones sense els dos tipus de banda ampla.

Per la seva banda, Briglauer (2019) apuntava que la població residencial ocupada a Baviera (Alemanya) va augmentar en un 0,11% amb el programa de millora d'infraestructures de banda ampla tot i la manca d'evidència sobre la creació de llocs de treball nous en el municipi. Aquest fet, segons l'autor, indicava que una velocitat i cobertura més grans permetia als residents treballar fora del municipi i evitar la despoblació del municipi rural.

De manera indirecta, l'efecte sobre els moviments de la població i l'atractiu dels municipis pot capturar-se amb els efectes sobre el mercat de l'habitatge. En aquest sentit, Lehr et al. (2006) estudien l'impacte de la banda ampla sobre el preu dels habitatges i troben que aquesta contribueix a incrementar el valor d'una propietat (aproximada pel preu mitjà del lloguer) al voltant d'un 7% (només per a l'any 2000). També Molnar et al. (2015) analitzen les transaccions immobiliàries entre 2011 i 2013 per als comtats dels Estats Units i, mitjançant un model de preus hedònics, conclouen que els habitatges amb una connexió d'1 gigabit/segon tenen un preu de transacció un 1,8% més alt que els habitatges similars amb 100 Mbps. Controlant per l'efecte de la velocitat i mitjançant un model de diferències en diferències, aquells habitatges amb fibra tenen aproximadament un preu un 1,3% més alt que els habitatges similars sense fibra. També Deller i Whitacre (2019) analitzen aquest impacte mitjançant una enquesta per als comtats dels Estats Units. Mitjançant models de variables instrumentals estimen que un increment del 10% de la cobertura en com a mínim 0,2 Mbps genera un increment del valor de l'habitatge de 661\$. L'accés a la banda ampla té un impacte positiu en el preu dels habitatges rurals.

A Europa, aquesta qüestió és examinada per Ahlfeldt et al. (2017) per al cas del Regne Unit per al període 1995-2010. Mitjançant un regressió en discontinuïtat, estimen que el valor d'una propietat s'incrementa en un 1% quan passa d'una connexió de banda ampla normal (8 Mbps) a ràpida (24 Mbps).

5.1.5 Altres efectes sobre el benestar

Finalment, cal mencionar alguns estudis que han examinat els efectes de la implementació de la banda ampla en els resultats sanitaris. Per exemple, Whitacre i Brooks (2014) utilitzen dades de 92 àrees urbanes dels Estats Units en el període 2002-2009 i arriben a la conclusió que a com a mínim 9 dels 24 indicadors de salut que consideren hi ha un efecte significatiu i a 7 aquest és positiu. Aquestes externalitats positives sobre el benestar de la ciutadania podrien explicar-se, segons els autors, per un accés més gran a informació sobre malalties o convalescències o per l'existència d'un grup de suport. Per acabar, Hounghonon i Liang (2017) troben per a França, amb dades a escala municipal (>2.000 habitants) per al període 2009-2013, que l'adopció de la banda ampla va contribuir per si mateixa al 34% d'increment dels ingressos i al 80% de la reducció de la desigualtat (índex de Gini), mentre que la qualitat (velocitat mitjana de descàrrega) representa el 6% i el 20%, respectivament.

5.1.6 Conclusions de la revisió de la literatura d'impactes

Un dels elements que sobresurten de la revisió de la literatura sobre els impactes socioeconòmics de la banda ampla és la gran presència d'estudis realitzats als Estats Units (i Canadà) i la presència inferior d'estudis amb dades europees i de la resta del món. Per a Europa, a més, només hem identificat estudis per a Alemanya (la majoria) i França i algun cas d'estudi a Itàlia (Trento). Aquest fet suposa que una de les contribucions del present estudi sigui, també, convertir-se en la primera evidència científica sobre els impactes del desplegament d'aquestes infraestructures, i en particular de la fibra òptica, a Catalunya i formar part d'aquesta escassa evidència europea, que a més sembla diferir força de l'evidència nord-americana.

Un segon element que s'identifica dels estudis esmentats és la importància de l'anàlisi local. La majoria d'estudis focalitzen els seus esforços a avaluar els impactes de les infraestructures de banda ampla utilitzant demarcacions locals o regionals. Als Estats Units, per exemple, la majoria d'estudis se centren en els comtats, mentre que a Europa les mostres es componen principalment de municipis. Aquest fet apunta a la necessitat d'avaluar els efectes heterogenis de les polítiques de desplegament d'infraestructures per comarques i/o municipis en el nostre context institucional.

Quant a l'aspecte fonamental de l'avaluació, l'impacte de les infraestructures de banda ampla en variables socioeconòmiques, es pot concloure que en general –per bé que hi ha algunes excepcions–, aquestes estan positivament correlacionades amb l'ocupació, el nivell d'ingressos i l'establiment o localització empresarial. Tanmateix, els resultats apunten a la importància de l'adopció de la tecnologia però no semblen mostrar diferències significatives en funció de la velocitat, excepte en algun estudi molt concret per a l'estat de Tennessee als Estats Units. En canvi, sí que mostren la importància d'analitzar l'heterogeneïtat dels efectes, ja que les condicions educatives de la població, l'estructura econòmica, la proximitat o no a zones urbanes, entre d'altres, són factors que poden incrementar o reduir els impactes estimats. Per bé que aquesta conclusió sembla de consens per al cas dels Estats Units i el Canadà, l'evidència europea és mixta. D'una banda, a França es confirmen els resultats, mentre que a Alemanya, que s'ha convertit en el país europeu on més s'han avaluat aquestes infraestructures, l'evidència indica majoritàriament que no hi ha aquest efecte positiu sobre l'ocupació o que si hi és és molt petit. Només un estudi per a Alemanya mostra efectes

positius sobre l'ocupació, però només per a l'Alemanya occidental. A l'Alemanya oriental, en canvi, l'evidència és d'un impacte negatiu. En aquest treball, per tant, avaluarem si l'experiència catalana es troba més propera a la francesa i nord-americana o més propera a l'Alemanya.

Un quart aspecte de la literatura és la conclusió sobre els impactes en la productivitat i l'activitat econòmica. Aquesta literatura ha treballat principalment amb dades micro a escala d'empresa. El consens de la literatura és que la banda ampla millora la productivitat i activitat empresarial, així com la localització d'empreses, per bé que identifiquen efectes heterogenis per sectors econòmics i per nivell educatiu dels treballadors. De fet, la relació sembla negativa sobre la productivitat del treball menys qualificat. Aquí sí que la velocitat sembla un factor determinant. Un resultat interessant és, a més dels anteriors, que les empreses situades en entorns rurals semblen beneficiar-se i incrementar la seva activitat econòmica. Aquests resultats, de nou, només queden compensats per l'evidència a Alemanya –i aquest cop també per la del Regne Unit–, on el consens dels estudis apunten a la manca d'efectes sobre la productivitat i l'activitat empresarial. De fet, l'evidència suggereix la importància dels nivells previs de productivitat com un factor determinant de l'adopció i aprofitament de la tecnologia.

Un cinquè i darrer resultat de la revisió de la literatura és l'evidència sobre la seva vinculació amb els canvis migratoris –i en particular amb el despoblament de les zones rurals– i el mercat de l'habitatge. El consens de la literatura és que la disponibilitat de banda ampla sembla influir en els moviments residencials fent més atractives les localitzacions amb aquestes infraestructures, fet que també es reflecteix en els preus residencials, tant per la disponibilitat com per les diferències en velocitat instal·lada.

5.2 Avaluació dels impactes socioeconòmics del desplegament de la xarxa de fibra òptica de la Generalitat de Catalunya

Una vegada examinada la literatura acadèmica sobre els impactes socioeconòmics de diferents tecnologies de banda ampla, aquesta secció es dedicarà a l'avaluació causal dels impactes socioeconòmics del desplegament de la xarxa de fibra òptica neutral de la Generalitat de Catalunya sobre algunes característiques dels municipis de Catalunya. Aquesta avaluació suposa, juntament amb els resultats de l'impacte sobre l'increment de cobertures, un dels principals resultats d'aquest informe i del conjunt de l'estudi, ja que es dedica a

l'estimació dels beneficis socials associats a aquesta política i que, per tant, serviran per alimentar l'avaluació econòmica de la política del segon informe.

La xarxa de fibra òptica pública, a través de la XOC, s'ha anat desplegant aquesta última dècada a Catalunya, tal com s'ha descrit en el segon capítol del present informe. La hipòtesi establerta a partir del desplegament i dels resultats de la literatura acadèmica prèvia indicaria que hi podria haver una expectativa d'impactes socioeconòmics que permetés identificar i entendre alguns dels efectes d'aquesta política pública en el territori. En aquesta secció pretenem contrastar empíricament com el desplegament de la xarxa pública neutral hauria impactat en algunes variables socioeconòmiques al nostre abast. Tal com fa la literatura prèvia, la unitat d'anàlisi és de caire local. En el nostre cas optem pels municipis com a unitat d'anàlisi. Escollir una unitat superior, com una comarca, implica tenir graus de tractament diferenciats en una mateixa zona geogràfica i, atès que els efectes esperats de la xarxa de fibra òptica són reduïts, tal com s'ha vist a la literatura acadèmica, pot ser difícil identificar-los correctament en unitats més grans.

Totes les variables socioeconòmiques que avaluarem i que també utilitzarem, en alguns altres casos com a variables control, provenen de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat), excepte les variables de pes relatiu en el VAB comarcal dels sectors econòmics, obtingudes de la sèrie d'anuaris econòmics comarcals publicats regularment per la Caixa Catalunya (posteriorment BBVA). Aquestes dades són o bé elaborades originàriament per l'Idescat o bé dades originades en altres unitats o centres estadístics, com pot ser l'Institut Nacional d'Estadística, i que han estat transferides o recollides i publicades per l'Idescat. En tot cas, l'Idescat disposa de les variables socioeconòmiques municipals per a cada any des dels inicis del desplegament de la fibra òptica neutral de la Generalitat. Per tal d'analitzar els impactes socioeconòmics, es farà servir la metodologia economètrica de l'estimador en diferències en panell de dades (model d'efectes fixos dobles). Per tant, explotarem les diferències temporals i de tall transversal entre els diferents municipis de Catalunya i al llarg del temps per tal d'estimar els efectes de l'arribada de la fibra òptica sobre les diferents variables socioeconòmiques.

Del conjunt de variables analitzades per la literatura, no totes estan disponibles a escala municipal per als municipis de Catalunya. Aquesta és la principal restricció amb què ens trobem per tal de fer l'anàlisi de les variables socioeconòmiques. Després d'una revisió de la disponibilitat d'aquestes a escala municipal i de converses amb els tècnics de l'Idescat, les variables objecte d'anàlisi seran: 1) la taxa d'atur, 2) la taxa de creixement de la població i

3) la renda personal mitjana. També avaluarem efectes heterogenis en l'avaluació de cadascuna d'aquestes variables, com per exemple les diferències en els impactes que poden identificar-se en els diferents sectors econòmics (taxa d'atur), en les diferents mides de població (creixement de la població) o en els diferents quintils de la distribució de la renda mitjana municipal.

5.2.1 Característiques dels municipis amb cobertura XOC

Un primer exercici interessant abans d'estimar els efectes de la xarxa de fibra òptica en les variables socioeconòmiques és examinar quines són les característiques dels municipis tractats per la política i comparar-ho amb les característiques dels municipis on aquesta no ha arribat. Aquest exercici és important per la mateixa estratègia d'identificació dels efectes, ja que ens permetrà conèixer quines són les diferències observables entre els dos grups de municipis. A la taula 5.1 es mostren els estadístics descriptius de les variables socioeconòmiques per als dos tipus de municipis durant tots els anys considerats. El període que farem servir per a l'estudi dels impactes és de 10 anys, amb inici a l'any 2010 i final a l'any 2019. En blanc, es destaquen els estadístics descriptius dels municipis que encara no han rebut serveis contractats mitjançant la xarxa de fibra òptica pública, mentre que els grisos corresponen als municipis que sí que haurien rebut en algun moment aquesta xarxa. Cal recordar que el tractament (recepció de serveis de fibra òptica mitjançant contractes amb operadors privats) és una consideració que es deriva de la informació enviada per part de Xarxa Oberta de Catalunya amb les connexions llogades a operadors privats.

Per tal de comparar els municipis tractats i els no tractats, s'ha fet un test de diferència de mitjanes per a cadascuna de les variables anteriors. El resultat generalitzat que trobem és que hi ha una diferència significativa en totes les variables entre els dos tipus de municipis. Així, els municipis on en algun moment ha arribat la xarxa pública i els municipis on no ha arribat són, per tant, diferents en característiques. Aquest és un element que caldrà tenir en compte, a l'hora de proposar una estratègia empírica d'identificació per a l'estimació d'efectes causals. Revisant les dades de les taules trobem que els municipis on ha arribat la XOC són municipis relativament d'una mida més gran en termes de població, on hi ha més nens i més adults, però menys gent gran, i que tenen una renda més alta, tot i que una taxa d'atur més elevada, menys immigració, menys pes del sector primari, indústria i construcció, i més pes del sector serveis. També són municipis amb més superfície i tenen una densitat de població

més gran. Totes aquestes diferències ens indiquen que els municipis són marcadament diferents en característiques i, per tant, una simple comparació entre els resultats dels uns i els altres a l'hora d'avaluar les polítiques no seria una estratègia suficientment adequada. Si els municipis són diferents en característiques observables, també és probable que ho siguin en característiques no observables, la qual cosa invalidaria l'avaluació mitjançant els mètodes d'emparellament.

Taula 5.1. Estadístics descriptius dels municipis amb xarxa de fibra pública i sense (2010-2019)

Variables	Obs.	Mitjana	SD	Mín.	Màx.
Població (000s)	7.829	2,770	6,886	0,02	120,83
	1.640	32,844	130,78	0,12	1.636,76
Nens (%)	7.829	13,82	4,08	0	24,95
	1.640	16,24	2,51	4,62	23,21
Adults (%)	7.829	64,35	4,29	45,23	86,21
	1.640	66,42	2,47	57,06	80,06
Envelliment (%)	7.829	21,84	6,52	6,88	54,76
	1.640	17,33	3,90	8,89	35,48
Renda (000s)	6.249	17,80	4,21	6,34	50,86
	1.312	19,88	3,88	7,74	41,31
Taxa atur (%)	7.566	16,26	9,44	0	100
	1.635	17,44	7,80	0,82	54,75
Immigració (%)	7.828	3,16	4,27	0	51,02
	1.640	2,26	2,87	0	29,47
Pes primari (%)	6.264	5,64	6,03	0	30,8
	1.312	3,00	3,35	0	27,28
Pes indústria (%)	6.264	27,73	14,53	3,88	90,87
	1.312	26,49	12,59	7,81	90,87
Pes construcció (%)	6.264	8,85	3,70	1,62	24,41
	1.312	8,27	3,14	1,62	18,39
Pes serveis (%)	6.264	57,77	13,89	6,55	87,5
	1.312	62,22	12,20	6,55	87,5
Superfície (km ²)	7.829	33,41	33,76	0,4	255,8
	1.640	36,30	39,94	2,9	302,8
Densitat (hab./km ²)	7.829	271,26	1.166,3	0,7	17.260,6
	1.640	1.264,24	2.647,6	1,3	21.364,8

Font: elaboració pròpia. En blanc hi ha els municipis sense xarxa de fibra pública i en gris els municipis amb xarxa de fibra pública el 2019.

Amb els estadístics descriptius i els seus tests de mitjanes arribem a la conclusió que les inversions de la xarxa pública de fibra no són aleatòries, sinó que han seguit el patró següent:

- Habitants: s'ha instal·lat la xarxa de fibra òptica pública en els municipis de més població.

- Tipus d'habitants: s'instal·la en municipis amb més proporció de nens i més població d'adults, mentre que no s'instal·la en municipis amb una població més envellida.
- Renda: s'ha instal·lat la xarxa pública de fibra en municipis de més renda.
- Taxa d'atur: la xarxa pública de fibra ha arribat a municipis amb taxes d'atur superiors.
- Immigració: aquesta xarxa pública arriba als municipis amb menys presència d'immigració.
- Pes del sector primari: la xarxa pública de fibra ha arribat a zones amb menys pes del sector primari.
- Pes del sector industrial: la xarxa pública ha arribat a zones amb menys pes del sector industrial.
- Pes del sector de la construcció: la xarxa de fibra pública no fa diferències respecte al pes del sector de la construcció i aquest pes és similar al dels municipis que no han rebut la infraestructura pública.
- Pes del sector serveis: la xarxa pública de fibra ha arribat a zones on el pes del sector serveis és molt més gran.
- Superfície: la xarxa de fibra pública ha arribat i arribarà a municipis amb un terme municipal més extens.
- Densitat poblacional: la xarxa pública de fibra ha arribat a municipis més densos.

Per tant, es detecta que la xarxa de fibra pública no ha seguit un patró aleatori d'extensió al llarg del territori. Això té conseqüències per a la metodologia empírica per avaluar-ne l'impacte causal, ja que aquest fet pot generar biaixos en el cas d'una simple comparació entre els dos grups de municipis. A més, aquestes dades confirmen, d'altra banda, que els plans inicials d'extensió de la xarxa de fibra òptica a Catalunya de fa una dècada, tal com s'ha apuntat en el capítol 2, s'ha acabat complint amb el desplegament efectiu de la infraestructura. Ateses aquestes diferències entre els municipis afectats pel desplegament i els que no, caldrà que optem per mètodes quasiexperimentals que siguin capaços de controlar i corregir les diferències en característiques i la no aleatorietat del tractament a l'hora d'estimar els efectes causals de la política sobre les variables socioeconòmiques objecte d'aquest estudi.

Un segon exercici preliminar és examinar les diferències entre els municipis on ja ha arribat la fibra i aquells on es preveu un futur desplegament. Així, podrem veure si els resultats que poden sorgir de l'anàlisi ex post que oferirem en aquest capítol poden

generalitzar-se sobre els efectes a esperar en el tractament futur dels municipis inclosos en la planificació futura. També detectarem aquí canvis en la política que poden ser volguts o que poden no ser-ho. Així, s'aporta una informació important a les autoritats públiques quant a les diferències entre les fases passades del desplegament i les futures. Per a aquesta anàlisi hem tingut en compte els municipis on ha arribat la fibra durant l'any 2020 i aquells on hi ha prevista la cobertura de la xarxa de la Generalitat fins al mes de desembre de 2021. Aquesta és una informació aportada per la Secretaria General de Polítiques Digitals de la Generalitat de Catalunya. Durant aquest 2020 i el 2021, la xarxa de fibra de la Generalitat arribarà a 203 municipis. A la taula 5.2 podem veure els estadístics descriptius dels dos grups de municipis, per als quals també estimem un test de mitjanes per veure si hi ha diferències estadísticament significatives entre aquests estadístics descriptius.

Taula 5.2. Estadístics descriptius dels municipis on arribarà la xarxa de fibra pública i dels municipis on no arribarà

Variables	Observacions	Mitjana	SD	Mín.	Màx.
Població (000s)	1.640	32,844	130,78	0,12	1.636,76
	1.930	3,459	5,49	0,08	37,61
Nens (%)	1.640	16,24	2,51	4,62	23,21
	1.930	14,69	3,68	1,15	23,45
Adults (%)	1.640	66,42	2,47	57,06	80,06
	1.930	64,78	3,89	52,14	78,85
Envel·liment (%)	1.640	17,33	3,90	8,89	35,48
	1.930	20,53	6,07	7,61	41,27
Renda (000s)	1.312	19,88	3,88	7,74	41,31
	1.544	18,36	4,28	8,12	40,71
Taxa atur (%)	1.635	17,44	7,80	0,82	54,75
	1.904	16,27	9,29	1,02	58,75
Immigració (%)	1.640	2,26	2,87	0	29,47
	1.930	2,56	3,05	0	23,08
Pes primari (%)	1.312	3,00	3,35	0	27,28
	1.544	5,32	6,29	0	30,8
Pes indústria (%)	1.312	26,49	12,59	7,81	90,87
	1.544	28,67	16,03	3,88	90,87
Pes construcció (%)	1.312	8,27	3,14	1,62	18,39
	1.544	8,81	3,86	1,62	24,41
Pes serveis (%)	1.312	62,22	12,20	6,55	87,5
	1.544	57,17	14,88	6,55	83,73
Superfície (km ²)	1.640	36,30	39,94	2,9	302,8
	1.930	36,29	40,78	0,4	255,8
Densitat (hab./km ²)	1.640	1.264,24	2.647,6	1,2	21.365
	1.930	230,49	495,81	1,4	4.528,4

Tal com podem observar, els municipis on arribarà la xarxa de fibra pública són municipis amb menys habitants, menys nens, menys adults i es troben més envellits que els municipis on ja ha arribat la fibra pública. La renda també és més baixa allà on arribarà la xarxa de fibra pública. El percentatge d'immigració també serà més gran allà on arribarà que

on ha arribat. El sector primari té més pes allà on ha arribat la fibra, així com també la indústria i la construcció. Per contra, el sector serveis tindrà un pes molt inferior. Pel que fa a la superfície, un test de mitjanes ens indica que no hi ha diferència entre aquests dos tipus de municipis. I pel que fa a la densitat, els municipis on arribarà la fibra seran molt menys densos.

Si comparem els municipis que seran tractats entre el 2020 i el 2021 amb els municipis que no es preveu tractar, és a dir, on no hi ha una previsió d'instal·lació de la fibra a curt termini, trobem que tot i que les característiques dels municipis properament tractats s'aproximen més a les dels municipis no tractats aquests segueixen sent més poblats, més extensos, tenen més nens i adults i menys envelliment. Pel que fa a la renda, s'arribarà a municipis amb una renda superior que aquells on no arribarà i una taxa d'immigrants inferior. En canvi no trobem diferències significatives en relació amb la taxa d'atur i la densitat de població. On sí que es mantenen les diferències és en el pes dels sectors econòmics, amb un pes inferior del sector primari i un pes superior de la indústria. Pel que fa a la construcció, un test de mitjanes ens indica que no hi ha diferència significativa entre uns municipis i els altres. Pel que fa als serveis, la fibra arribarà a municipis on aquests tenen menys pes que als municipis on no arribarà.

5.2.2 Característiques dels municipis amb cobertura de fibra

En aquest apartat centrarem l'atenció en les característiques dels municipis tot considerant els diferents graus de cobertura de fibra òptica. Per a aquest exercici utilitzarem les dades que hem obtingut del Ministeri d'Afers Econòmics i Transformació digital, que publica anualment l'informe sobre la cobertura de les diferents tecnologies amb el nom de "*Datos particularizados de cobertura de banda ancha en Cataluña*". En aquests informes es publica el mapa de cobertura de la tecnologia de fibra òptica, amb la indicació dels diferents nivells de cobertura. En aquest apartat compararem les diferències entre municipis segons el nivell de cobertura. Així, no diferenciarem entre municipis coberts mitjançant connexions amb la fibra pública de la Generalitat i municipis coberts amb infraestructures privades. Aquesta anàlisi la centrarem en l'últim any disponible, el 2019, i separarem els municipis en tres categories:

- 1) Els municipis que no tenen cobertura.
- 2) Els municipis que tenen una cobertura fins al 75%.
- 3) Els municipis que tenen una cobertura alta, entre el 75 i el 100%.

A la taula 5.3 mostrem els principals estadístics descriptius per a les principals variables socioeconòmiques segons aquestes 3 categories de municipis segons la cobertura. En blanc es mostren els valors dels estadístics descriptius dels municipis sense cobertura de fibra, en gris clar els que tenen cobertura de fibra fins al 75% i en gris més fosc els estadístics descriptius dels municipis amb cobertures de fibra superiors al 75%.

Taula 5.3. Estadístics descriptius del 2019 dels municipis amb diferent grau de cobertura de fibra

Variables	Observacions	Mitjana	SD	Mín.	Màx.
Població (000s)	460	0,691	1,78	0,03	28,12
	189	4,93	6,61	0,10	38,37
	273	23,444	103,99	0,1	1.636,8
Nens (%)	483	12,32	3,97	0	22,93
	191	15,34	2,67	5,38	21,94
	273	16,08	2,53	6,19	22,13
Adults (%)	483	62,63	4,61	46,51	78,46
	191	64,89	3,21	52,90	73,12
	273	65,43	2,39	56,46	71,27
Envelliment (%)	483	25,05	6,37	8,28	48,84
	191	19,77	4,73	7,99	34,61
	273	18,50	4,22	9,54	35,05
Taxa atur (%)	460	11,42	8,70	0,45	100,0
	189	13,57	7,09	0,56	49,00
	273	12,57	6,68	1,06	52,58
Immigració (%)	483	4,99	5,82	0	44,83
	191	2,64	2,39	0	22,19
	273	2,26	2,09	0	29,47
Superfície (km ²)	483	36,94	36,70	0,7	255,8
	191	36,94	35,61	0,9	302,8
	273	26,42	29,87	0,4	218,5
Densitat (hab./km ²)	483	75,41	685,19	0,7	13.326,5
	191	255,79	447,09	2	3.388,6
	273	1.253,18	2.647,4	2,8	21.364,8

Font: elaboració pròpia. En blanc hi ha els municipis sense cobertura de fibra, en gris clar amb cobertura fins al 75% i en gris fosc amb cobertura superior al 75%.

Pel que fa a la població, hi ha una diferència considerable segons el nivell de cobertura. Els municipis on no arriba la fibra òptica tenen gairebé uns 700 habitants de mitjana, mentre que els que tenen una cobertura baixa o mitjana ja tenen una mitjana de 4.930 habitants per a l'any 2019. Per als municipis amb una cobertura alta trobem una mitjana de 23.444 persones. A més, els valors de la desviació estàndard són molt elevats, fet que indica una alta dispersió, explicada perquè hi trobem la majoria de municipis amb més població de Catalunya.

Pel que fa a l'estructura de la població, trobem que en relació amb la proporció de nens la cobertura es correlaciona positivament amb la presència més gran d'aquest grup demogràfic. Tot i les aparents petites diferències en aquestes mitjanes, hem trobat que aquestes sí que són estadísticament significatives al 5%. Trobem el mateix resultat per a la població amb edats entre els 16 i els 64 anys. Per tant, com més nivell de cobertura, més presència d'aquest col·lectiu. Pel que fa al col·lectiu de més edat, com més elevada és la ràtio de cobertura, més baixa és la seva presència, amb diferències estadísticament significatives entre aquests municipis.

La taxa d'atur és més baixa allà on no hi ha cobertura de fibra i augmenta per a nivells de cobertura superior. Tot i això, només hi ha una diferència significativa de taxes d'atur mitjanes entre els municipis on no hi ha cobertura i els municipis on hi ha cobertura baixa o mitjana de fibra. Així, la taxa d'atur mitjana és la mateixa de mitjana tant en municipis sense cobertura com en municipis amb una cobertura molt alta o total de fibra. Un esquema semblant es repeteix per al cas de la proporció d'immigració en un municipi; tan sols als municipis sense cobertura de fibra la mitjana d'immigració és clarament superior a allà on hi ha fibra, sense que hi hagi diferències entre poca i molta cobertura de fibra al municipi.

Els municipis sense cobertura o amb cobertura baixa tenen una extensió semblant, mentre que els municipis amb més cobertura de fibra tenen un terme municipal més petit. També, com més nivell de cobertura, més alta és la densitat de població.

A partir de la descripció dels estadístics dels nivells de cobertura i també de les variables socioeconòmiques, trobem que els criteris en què sembla haver-se basat el desplegament de la Generalitat i la seva prioritització temporal són criteris habituals en la consideració del desplegament d'infraestructures amb criteris econòmics i d'explotació de serveis. La població i la seva densitat són fonamentals per a l'explotació d'economies d'escala de densitat i d'abast. La renda municipal també pot suposar un factor a considerar atès que el servei és un servei orientat a proveïdors d'un servei finalista. Així, detectem un patró de desplegament que no s'allunya excessivament dels criteris comercials, potser perquè per contribuir en el territori necessita operadors que tinguin interès de prestar serveis allí on pugui ser rendible. Així, tot i que la justificació de la inversió pugui basar-se en la promoció de l'accessibilitat de la tecnologia en àmbits menys proclius a rebre-la per part dels operadors privats per les seves condicions menys atractives comercialment, sembla que el desplegament no hauria obviat completament aquests factors a l'hora de prioritzar el seu desplegament al llarg del territori.

Cal fer notar que el concessionari responsable del desplegament de la xarxa pública tenia des de l'inici de la seva concessió uns criteris de desplegament especificats contractualment: prioritzar la infraestructura troncal a capitals de comarca i punts d'interconnexió, el desenvolupament de les infraestructures urbanes en municipis propers a la infraestructura troncal i prioritzar els municipis amb més seus de la Generalitat (que a la vegada tenen una alta correlació amb algunes de les característiques que hem destacat en aquesta secció), entre d'altres. Així, el fet que aquest desplegament de la xarxa de fibra pública hagi seguit el patró explicat anteriorment no és fruit de la casualitat, ja que el concessionari ha anat fent el desplegament segons els criteris del contracte.

5.2.3 Impactes causals sobre la taxa d'atur municipal

Una manera d'aproximar-se a la contribució econòmica de la xarxa de la Generalitat de Catalunya és avaluar si la seva presència ha impactat a la taxa d'atur. Per fer-ho, hem estimat diversos models de dades de panell que avaluen la contribució singular de la presència o no de la xarxa de la Generalitat en la taxa d'atur d'aquell municipi. És a dir, la hipòtesi de treball que pretenem avaluar és que aquells municipis on ha arribat la fibra de la Generalitat haurien de reportar si hi ha hagut una disminució de la taxa d'atur, tal com indica la literatura acadèmica revisada anteriorment.

Atès que tenim informació del municipi al llarg del temps, farem un seguiment temporal de la taxa d'atur municipal amb un panell de dades, tal com hem explicat a l'inici d'aquesta subsecció. L'especificació econòmica ha d'incloure no només la política sinó altres característiques municipals que puguin explicar la taxa d'atur. Entre les variables que hem introduït en el model hi ha variables relatives a les infraestructures ja existents i variables associades a les característiques socioeconòmiques del municipi. La variable dependent, per tant, és la taxa d'atur per a aquell mateix any a cada municipi. El model, a més, és un model de dos efectes fixos, de municipi i d'any. Això permet assimilar el model a un model de diferències en diferències en panell de dades. Això permet controlar per l'heterogeneïtat inobservable, a més de l'heterogeneïtat observable capturada per les variables explicatives considerades.

D'altra banda, un dels problemes d'aquest tipus de models és que la variància no és constant per a totes les observacions, de manera que s'incompleix un dels supòsits dels

models de regressió lineal amb estimadors de mínims quadrats ordinaris. Per això, s'inclouen errors estàndards robustos al problema de l'heteroscedasticitat en les diferents estimacions.

A la taula 5.4 mostrem els resultats per a diferents especificacions economètriques. Cal fer notar que la variable explicativa principal del nostre model és la variable que captura l'efecte de la política (*fibra pública*), i que és una variable binària que pren valor unitari si el municipi ha rebut la xarxa neutral de fibra òptica de la Generalitat de Catalunya aquell any i en anys posteriors, i zero en qualsevol altre cas. En primer lloc, avaluem els resultats d'un model que no inclou les característiques socioeconòmiques dels municipis. Això ens permetrà avaluar quina és la contribució d'aquestes a la millora de l'ajust del model i, per tant, identificar el biaix que es podria produir si no es tenen en compte les diferències dels municipis. Aquest resultat el trobem en l'especificació 1, en què només avaluem l'impacte sobre la taxa d'atur amb la variable fibra pública, a part d'incloure els efectes temporals anuals i els efectes fixos municipals. Segons els resultats, concloem que el model té significació conjunta, la qual cosa vol dir que les poques variables que hem inclòs ajuden a explicar els canvis en la taxa d'atur municipal.

Taula 5.4. Estimació en panell de dades de la xarxa de fibra òptica sobre la taxa d'atur

Taxa d'atur	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)
Fibra pública	-1,161*** (0,211)	-0,600*** (0,199)	-0,343** (0,171)	0,357 (0,584)
Cobertura fibra		-0,01*** (0,001)	-0,004** (0,002)	-0,004** (0,002)
Cobertura ADSL (<10 Mb)			-0,042 (0,147)	-0,042 (0,148)
Cobertura fibra · Fibra pública				-0,006** (0,003)
Cobertura ADSL · Fibra pública				-0,074 (0,144)
Constant	16,628 (0,095)	20,420*** (0,098)	-9,416 (17,131)	17,144*** (17,080)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí
N	9201	6450	4617	4617
Significativitat conjunta (F)	314,32***	422,73***	281,8***	22,97***

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Pel que fa a la variable *fibra pública*, aquesta és negativa i significativa; quan un municipi passa a tenir xarxa pública de fibra, la taxa d'atur disminueix. Segons l'especificació del model, aquest impacte varia molt. A l'especificació 4 s'interacciona el nivell de *cobertura*

fibra amb la variable *fibra pública*. En incrementar un 10% el nivell de cobertura de fibra amb la presència de *fibra pública*, la taxa d'atur es redueix en un 0,06%. Aparentment aquesta magnitud podria no semblar molt rellevant. Però si tenim en compte que l'estimació de l'increment mitjà de la cobertura produït per la xarxa pública és del 21% l'impacte en termes de taxa d'atur es trobaria en un 0,13%. Pel que fa a la *cobertura d'ADSL* amb velocitat de 10 Mbps, aquesta no té cap efecte sobre la taxa d'atur. També s'interacciona la variable *fibra pública* amb *cobertura d'ADSL* per tal de comprovar si l'arribada de la fibra pública és aprofitada per tenir més cobertura d'ADSL i, de retruc, si afecta la taxa d'atur. Veiem que no té cap efecte. Els resultats són bastant semblants entre les diferents especificacions del model. Així, les especificacions amb més variables, com l'especificació tres o quatre, són preferides a la primera. Així, disposar de la xarxa *fibra pública* dona una disminució de l'atur entre el 0,34 i el 0,6%, com indiquen els models (2) i (3).

Els models de regressió lineal estàndard assumeixen que els errors que participen en l'explicació de la variable dependent no estan correlacionats amb la variable o variables independents. Quan aquest no és el cas la regressió lineal mitjançant mínims quadrats ordinaris (OLS) pateix una violació dels seus supòsits fonamentals. Aquests models també suposen que els regressors, a més de ser exògens, no poden estar altament correlacionats entre si. De la regressió anterior es pot desprendre una certa col·linealitat entre utilitzar la variable *fibra pública* i la *cobertura fibra*, degut al fet que la xarxa de fibra òptica hauria d'esperar-se que fos un determinant de la cobertura de fibra. Al mateix temps, es podria considerar que la variable cobertura podria ser endògena, ja que un municipi amb més o menys taxa d'atur podria determinar també la cobertura existent. Per aquests motius optarem per estimar de nou l'impacte de la fibra de la Generalitat a través d'un model que solucionaria les dues preocupacions metodològiques. Ho farem mitjançant un model de variables instrumentals en dues etapes (*Two Stage Least Squares, 2SLS*).

La regressió per mínims quadrats en dues etapes utilitza variables instrumentals que compleixin dues propietats. En primer lloc, han d'estar correlacionades amb la variable a substituir (condició de rellevància). En segon lloc, no han d'estar correlacionades amb els termes d'error (condició d'exclusió). En el nostre cas la variable potencialment endògena és la cobertura. Per tant, necessitem una variable capaç d'explicar la cobertura i que sigui exògena. Aquesta variable és precisament la variable fibra pública. La fibra pública no s'instal·la en funció de la taxa d'atur anual d'un municipi i, en canvi, hem determinat que és capaç d'explicar els canvis en la cobertura, sobretot en els municipis més petits.

L'estratègia que seguim és estimar en una primera etapa un model sobre la cobertura municipal de fibra òptica a partir de la variable fibra pública amb un retard d'un any, per evitar un problema de simultaneïtat. Amb aquest model, podem predir la part dels canvis en la cobertura que s'expliquen per la fibra pública de la Generalitat. En la segona etapa s'avalua el model per a la taxa d'atur incloent la variable cobertura predita a partir del model de la primera etapa, i que per tant deixa de ser endògena. Així, s'avalua el canvi en la taxa d'atur produït per la cobertura que vindria explicada només per la variable de tractament (fibra pública). A aquesta variable l'anomenarem Δ cobertura (via fibra pública). Aquesta segona etapa també inclou altres variables socioeconòmiques que expliquen la taxa d'atur del municipi.

En el capítol segon hem explicat la diferència entre tenir la infraestructura de la xarxa de fibra òptica pública i que hi hagi un desplegament d'aquesta per part d'un agent al territori. Encara que hi hagi el punt de fibra òptica al municipi, si aquesta no és desplegada al conjunt del municipi no acabarà tenint efectes. Per tant, incloure la variable Δ cobertura (via fibra pública) ens permet comprovar que aquesta fibra s'està desplegant i pot tenir possibles efectes sobre aquell municipi.

Un altre dels supòsits del model és que l'arribada de la xarxa de fibra pública impactaria de manera homogènia a tots els municipis. És a dir, el model anterior obté un impacte mitjà de l'arribada de la fibra pública a través d'increments de la cobertura, sense diferenciar si el municipi té una taxa baixa o alta d'atur. A la taula 5.5 mostrem els valors de taxa d'atur per quantils. Això vol dir ordenar de menor a major les diferents observacions de la taxa d'atur de tots els municipis i anys. Per al cas de l'any 2019, si agafem la taxa d'atur al quantil 1 o percentil 10, vol dir que al municipi 92 (el 10% de 922) la taxa d'atur es troba en el 4,33%. Al quantil 5 o percentil 50, que correspon a la mitjana, la taxa d'atur és del 11,04%. Al quantil 9, o el municipi 830 amb més atur per a l'any 2019, la taxa d'atur és del 20,91%. Tal com es pot veure, en un mateix any les variacions dels nivells d'atur entre municipis són molt elevades. Quan mirem per a la totalitat dels anys, també es detecta una variació molt més elevada entre els municipis amb poc i molt atur i es passa del 6,12% al 28,16%.

Taula 5.5. Taxa d'atur per quantils per a tots els anys i per a l'any 2019

Taxa atur	Municipis	Quantil 1	Quantil 2,5	Quantil 5	Quantil 7,5	Quantil 9
<i>Tots anys</i>	9.201	6,12%	9,94%	15,07%	21,36%	28,16%
<i>Any 2019</i>	922	4,33%	7,03%	11,04%	15,38%	20,91%

Aquesta variabilitat en la variable dependent, juntament amb els indicis que es deriven de la lectura de la literatura acadèmica, implica que determinats col·lectius ho poden tenir més o menys fàcil per trobar feina ateses les condicions generals del mercat de treball municipal. Per tant, l'estimació a la mitjana només ens pot donar una part de la informació d'interès. Per això proposem fer l'estimació basada en l'estratègia de variables instrumentals a través dels quantils. Així, podrem fer interpretacions de la política per a diferents nivells d'atur. A la taula 5.6 es mostren els coeficients de la variable efecte de la cobertura de la fibra pública per als diferents quantils de la variable objectiu. Com podem veure, aquesta variable no és significativa per al quantil 7,5 i 9; tenir una xarxa de fibra pública a un municipi que té nivells elevats d'atur no implica una disminució de l'atur. En canvi, en municipis amb unes xifres d'atur petites, l'increment d'un 1% de la cobertura amb la xarxa de fibra pública implica reduccions de la taxa d'atur entre el 0,063% i el 0,11% (del quantil 1 al quantil 5). Per tant, hi ha un efecte de disminució de la taxa d'atur en aquells municipis amb una taxa d'atur a la mitjana de Catalunya o amb valors inferiors força significatius. Per tant, en municipis on les condicions generals del mercat laboral són relativament més favorables. Aquests impactes s'estarien compensant en l'estimació sobre l'efecte mitjà amb els no resultats no significatius dels municipis amb taxes d'atur més elevades, mitigant l'efecte mitjà conjunt identificat primerament.

Taula 5.6. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals i quantils de la taxa d'atur

Taxa d'atur	2SLS Quantil 1	2SLS Quantil 2,5	2SLS Quantil 5	2SLS Quantil 7,5	2SLS Quantil 9
Δ Cobertura (via fibra pública)	-0,087*** (0,014)	-0,105** (0,043)	-0,063*** (0,021)	-0,022 (0,022)	-0,051 (0,035)
Constant	6,252 (1,280)	2,832* (1,951)	-1,230 (2,243)	-5,129** (2,351)	-0,014 (4,351)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes indústria i serveis, pes adults i immigració	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	7360				

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Ateses aquestes diferències, intentem afinar més a quin tipus de taxes d'atur està afectant la política del desplegament de la xarxa de fibra òptica pública. Per això, modifiquem la nostra variable dependent taxa d'atur per focalitzar-nos en quatre taxes d'atur segons el

sector econòmic: la taxa d'atur del sector serveis, la taxa d'atur de la indústria, la taxa d'atur de la construcció i la taxa d'atur de l'agricultura. A la taula 5.7 mostrem les taxes d'atur per a cada sector per a l'any 2019. Tal com podem veure, per als diferents quantils, la majoria de valors són diferents, excepte en el cas del sector indústria i construcció, que presenten uns valors bastant semblants. Per tal de veure la relació entre una variable i l'altra, fem una matriu de correlacions (taula 5.8). La majoria de taxes d'atur sectorials estan correlacionades entre si, a excepció de la taxa d'atur entre indústria i agricultura. Pel que fa als valors absoluts, és la taxa d'atur a la indústria i a la construcció les que presenten una correlació més estreta. Així, és important destacar que presenten una relació entre si, però no estan perfectament correlacionades, així com també tenen magnituds diferents.

Atès aquest nivell de relació dèbil-moderada entre unes i altres taxes d'atur, fem una estimació amb la mateixa especificació economètrica anterior, amb l'única diferència de les diferents taxes d'atur sectorials. Farem una estimació en dues etapes per captar l'efecte de la xarxa de fibra òptica pública sobre la cobertura de fibra òptica, per acabar fent una regressió sobre la taxa d'atur amb el conjunt de variables socioeconòmiques. A més, mantindrem els quantils, per tal de mirar l'impacte sobre diferents taxes d'atur en cada sector. A la taula 5.9 mostrem els resultats per al sector de l'agricultura, a la taula 5.10 per a la indústria, a la taula 5.11 per a la construcció i a la taula 5.12 per als serveis.

Taula 5.7. Taxes d'atur sectorials per quantils i per a l'any 2019

Taxa atur	Municipis	Quantil 1	Quantil 2,5	Quantil 5	Quantil 7,5	Quantil 9
Agricultura	449	0%	2,48%	8,24%	20,68%	44,74%
Indústria	488	2,21%	4,57%	8,02%	13,29%	22,65%
Construcció	443	1,89%	4,76%	8,98%	13,50%	19,13%
Serveis	874	4,93%	8,81%	13,08%	18,51%	25,04%

Taula 5.8. Correlació entre parells de les taxes d'atur sectorials l'any 2019

	Agricultura	Indústria	Construcció	Serveis
Agricultura	1			
Indústria	0,063	1		
Construcció	0,286*	0,523*	1	
Serveis	0,281*	0,267*	0,289*	1

Nota: * significatiu al 5%.

Taula 5.9. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals i quantils de la taxa d'atur a l'agricultura

Taxa d'atur agricultura	2SLS Quantil 1	2SLS Quantil 2,5	2SLS Quantil 5	2SLS Quantil 7,5	2SLS Quantil 9
-------------------------	-------------------	---------------------	-------------------	---------------------	-------------------

Δ Cobertura (via fibra pública)	0,026 (0,042)	0,013 (0,062)	0,104** (0,045)	-0,228*** (0,068)	-0,382*** (0,083)
Constant	-5,407*** (1,782)	-15,581*** (2,809)	-32,478*** (2,009)	-50,666** (4,099)	-81,525 (9,526)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes indústria i serveis, pes adults i immigració	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	3583				

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Taula 5.10. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals i quantils de la taxa d'atur a la indústria

Taxa d'atur indústria	2SLS Quantil 1	2SLS Quantil 2,5	2SLS Quantil 5	2SLS Quantil 7,5	2SLS Quantil 9
Δ Cobertura (via fibra pública)	-0,020 (0,012)	-0,028 (0,026)	-0,005 (0,026)	0,022 (0,041)	0,060 (0,058)
Constant	17,113*** (2,682)	-19,006* (2,614)	-15,306*** (3,276)	-22,315** (8,068)	1,454 (22,080)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes indústria i serveis, pes adults i immigració	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	4200				

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Taula 5.11. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals i quantils de la taxa d'atur a la construcció

Taxa d'atur construcció	2SLS Quantil 1	2SLS Quantil 2,5	2SLS Quantil 5	2SLS Quantil 7,5	2SLS Quantil 9
Δ Cobertura (via fibra pública)	-0,050 (0,031)	-0,008 (0,017)	-0,001 (0,019)	-0,004 (0,025)	-0,046 (0,038)
Constant	-5,601 (4,639)	-8,75*** (2,289)	-0,013 (4,555)	5,106 (9,717)	60,230*** (18,399)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes indústria i serveis, pes adults i immigració	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	3496				

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Taula 5.12. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals i quantils de la taxa d'atur als serveis

Taxa d'atur serveis	2SLS Quantil 1	2SLS Quantil 2,5	2SLS Quantil 5	2SLS Quantil 7,5	2SLS Quantil 9
Δ Cobertura (via fibra pública)	-0,114*** (0,015)	-0,100*** (0,027)	-0,098*** (0,024)	-0,033 (0,021)	-0,065 (0,043)

Constant	14,100 (1,967)	15,816*** (1,943)	9,596*** (2,575)	12,378*** (3,377)	12,058*** (3,867)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes indústria i serveis, pes adults i immigració	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	6944				

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Pel que fa a la taxa d'atur a l'agricultura (taula 5.9), en els municipis amb menys atur la política de xarxa de fibra òptica pública no té efecte. En canvi, l'arribada de la xarxa de fibra pública amb cobertura al municipi implica una reducció entre el 0,23 i el 0,38% de la taxa d'atur en aquest sector si s'incrementa la cobertura de fibra pública un 1% per als quantils 5, 7,7 i 9. Pel que fa al percentil 50, trobem que aquesta política implica un lleuger increment del 0,10%, mentre que pel 10% de municipis amb més atur, la fibra hi aportaria un 0,38%.

En el model per trobar efectes de la xarxa de fibra òptica pública sobre la taxa d'atur de la indústria (taula 5.10), trobem que aquest impacte no és estadísticament significatiu, la qual cosa implica que aquesta no genera cap impacte sobre els nivells d'ocupació en aquest sector. Pel que fa al sector de la construcció (taula 5.11), trobem també que aquesta política no té cap tipus d'efecte.

En el sector serveis, trobem que l'increment percentual de cobertura explicat per la presència de fibra pública genera disminucions en la taxa d'atur significatives, entre el 0,12 i el 0,14%, als municipis de menys atur (taula 5.12). Així, als municipis del primer quantil aquesta política redueix la taxa d'atur en un 0,14%, mentre que als municipis amb una taxa d'atur al segon quantil (o quantil cinquè) la reducció de la taxa d'atur és del 0,12% quan s'incrementa la cobertura amb fibra pública un 1%.

5.2.4 Impactes sobre la renda

Una altra manera d'aproximar-se a la contribució econòmica de la xarxa de la Generalitat de Catalunya és avaluar si la seva presència ha impactat en la renda mitjana de les persones que resideixen en els municipis als quals serveix. Per tal d'avaluar l'impacte de la fibra òptica sobre la renda, el principal problema apareix quan hem de quantificar-la. Una aproximació per part dels economistes és mesurar la renda com a producte interior brut o valor agregat brut per

capita, entre d'altres. Aquest enfocament cap a la producció implica dificultats per obtenir aquesta variable a escala municipal de manera anual per als municipis catalans. La literatura acadèmica mesura aquesta riquesa amb aquest tipus de variables, però l'àmbit territorial acostumen a ser països, regions o aglomeracions urbanes. Per això la renda disponible és una variable més habitual per a anàlisis microeconòmiques. L'Idescat disposa de la renda familiar bruta disponible, que mesura els ingressos de què disposen els residents d'un territori per destinar-los al consum o a l'estalvi, directament vinculats a la retribució per la seva aportació a l'activitat productiva (remuneració d'assalariats i excedent brut d'explotació) o d'altres. Tot i que aquesta magnitud arriba a escala municipal, només ho fa per a municipis amb més de 5.000 habitants. Atès que aquest fet implica perdre tres quartes parts dels municipis de Catalunya, hem decidit no utilitzar aquesta variable. En canvi, l'Idescat disposa de dades sobre l'impost de la renda de les persones físiques per a cadascun dels municipis i la base imposable d'aquest impost. Així, hem escollit aquesta darrera com a millor aproximació a la renda personal. Aquesta variable, per tant, recull l'import format al total de rendiments obtinguts pel contribuent durant el període impositiu. Inclou, principalment, els rendiments del treball, el capital immobiliari i mobiliari (propietat intel·lectual i industrial, arrendament de béns mobles, cessió del dret a l'explotació de la imatge, etc.), els rendiments empresarials i professionals i les variacions patrimonials. Aquesta dada només està disponible fins a l'any 2017.

Per tal d'avaluar els efectes de la xarxa de fibra pública sobre la renda, seguirem el mateix tipus d'estimacions dels apartats anteriors. Per començar, estimarem diferents models de dades de panell que avaluen la contribució singular de la presència o no de la xarxa de la Generalitat en la renda d'aquell municipi, tenint en compte l'any d'arribada. És a dir, la hipòtesi de treball que pretenem avaluar és que aquells municipis on ha arribat la fibra de la Generalitat haurien de reportar una renda personal mitjana superior. A la taula 5.13 presentem els resultats dels models només amb la variable fibra pública i amb efectes temporals i de municipi, sense altres variables explicatives. La nostra variable dependent és el logaritme de la base imposable mitjana del municipi de la declaració de l'impost sobre la renda de les persones físiques. Un dels problemes d'aquest tipus de models és que la variància no és constant per a totes les observacions, de manera que s'incompleix un dels supòsits dels models de regressió lineal. Per això, considerem i estimem errors estàndards robustos al problema de l'heteroscedasticitat en les diferents estimacions, i així fem que els estimadors, a part de consistents, no tinguin biaix ni siguin ineficients.

Segons els resultats que hem obtingut de manera agregada, disposar de la xarxa de fibra pública no sembla implicar cap efecte sobre la renda mitjana obtinguda després del tractament. Tampoc tenir més cobertura de fibra ni més cobertura d'ADSL a 10 Mbps. Quan fem una especificació amb aquestes tres variables (especificació 4), obtenim que la fibra pública afecta negativament la renda tot i que la magnitud d'aquest efecte és petit. Cal recordar que en aquests models encara no estem corregint per la resta de variables que poden ajudar a determinar la renda personal mitjana municipal.

Taula 5.13. Estimació en panell de dades de la xarxa de fibra òptica sobre la renda

Renda (log)	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)
Fibra pública (lag)	0,0004 (0,0035)			-0,0083** (0,0033)
Cobertura fibra		$2 \cdot 10^{-6}$ (0,0001)		$8,7 \cdot 10^{-5}$ ($3,6 \cdot 10^{-5}$)
Cobertura ADSL			-0,0033 (0,0025)	-0,0034 (0,0025)
Constant	9,767*** (0,002)	9,734*** (0,002)	9,808*** (0,008)	9,809*** (0,008)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables explicatives	No	No	No	No
N	7560	4729	2839	2839
Significativitat conjunta (F)	404,64	1257,17	351,13	312,95
Prob.>F	0,000	0,000	0,000	0,000

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Taula 5.14. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals de la renda

Renda (log)	2SLS (5)	2SLS (6)
Δ Cobertura (via fibra pública)	$1,4 \cdot 10^{-5}$ ($1,3 \cdot 10^{-4}$)	$1,6 \cdot 10^{-5}$ ($1,6 \cdot 10^{-5}$)
Constant	9,767*** (0,022)	9,930*** (0,413)
Efectes temporals	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes indústria i serveis, pes adults i immigració	No	Sí
N	7560	6614
Significativitat conjunta (F)	404,64	280,32
Prob.>F	0,000	0,000

Significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Per tal d'aprofundir més en la validesa d'aquest resultat, fem servir variables instrumentals amb estimacions en dues etapes de l'efecte de la xarxa de fibra òptica pública sobre la renda. Per això, tindrem la variable que ens capturarà l'efecte de la xarxa de fibra òptica pública sobre la cobertura de fibra, per tal d'aïllar l'efecte d'aquesta xarxa sobre la cobertura. Aquesta variable la farem servir com a variable explicativa de la segona etapa de l'estratègia en dues etapes pròpia de les variables instrumentals. A la taula 5.14 mostrem els resultats d'aquestes regressions, tot incloent-hi efectes temporals i efectes fixos municipals. A l'especificació 5 incloem només l'efecte de la nostra variable cobertura de fibra pública sense altres variables explicatives, mentre que a l'especificació 6 incloem diferents variables explicatives (nombre d'habitants del municipi en logaritme, densitat poblacional, pes del sector industrial, pes del sector serveis, proporció d'adults a la població i percentatge d'immigració al municipi). En ambdues especificacions trobem que la cobertura de la xarxa de fibra òptica pública no té efectes sobre la renda.

També, tal com hem fet per al cas del creixement de la població, ens plantejem si la mida del municipi és important per trobar efectes de la xarxa de fibra òptica pública sobre la renda. Per això, fem diferents submostres per a diferents mides de municipis. A la taula 5.15 estimem models amb els municipis de menys de 1.000 habitants, de menys de 2.000 habitants, municipis d'entre 2.000 i 10.000 habitants i els de més de 10.000 habitants. Quant als seus resultats, trobem que la variable cobertura de la fibra òptica pública no té cap efecte sobre la renda personal.

En conclusió, pel que fa a la renda mitjana personal dels municipis, sembla que els efectes de la xarxa de fibra òptica pública no es donen o no poden ser suficientment capturats per l'estratègia empírica executada. Si bé els efectes sobre la cobertura que hem identificat en el capítol 3 s'han identificat només per a municipis de menys de 10.000 habitants, restringir la mostra a aquests municipis no reporta cap canvi en els resultats. Així que concloem que l'increment de cobertura que afavoreix la fibra de la Generalitat no s'ha traduït en un impacte sobre la renda mitjana personal dels ciutadans que estan empadronats en aquests municipis.

Taula 5.15. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals de la renda per a diferents mides de municipi

Renda (log)	2SLS <1.000 hab.	2SLS <2.000 hab.	2SLS Entre 1.000 i 10.000 hab.	2SLS >10.000 hab.
Δ Cobertura (via fibra pública)	$5,4 \cdot 10^{-4}$ ($8,8 \cdot 10^{-4}$)	$8,1 \cdot 10^{-4}$ ($6,8 \cdot 10^{-4}$)	$4,1 \cdot 10^{-4}$ ($2,8 \cdot 10^{-4}$)	$5,3 \cdot 10^{-5}$ ($1,1 \cdot 10^{-4}$)
Constant	9,88*** (0,446)	9,84*** (0,433)	9,148*** (0,353)	7,831*** (0,638)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes indústria i serveis, pes adults i immigració	Sí	Sí	Sí	Sí
N	3377	4153	2389	846
Significativitat conjunta (F)	77,80	116,29	497,44	564,19
Prob.>F	0,000	0,000	0,000	0,000

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

5.2.5 Impactes sobre el creixement de la població

Una manera d'aproximar-se a la contribució sociodemogràfica de la xarxa de la Generalitat de Catalunya és avaluar si la seva arribada ha afectat els canvis en la població municipal. Per avaluar-ho hem estimat diversos models, des del model de diferències en diferències simple fins a models de dades de panell que estimen la contribució singular de la presència o no de la xarxa de la Generalitat a la taxa de creixement de la població en aquell municipi. És a dir, la hipòtesi de treball que pretenem contrastar és si aquells petits municipis on ha arribat la fibra de la Generalitat haurien de reportar un creixement del nombre d'habitants superior, tal com es descriu que podria succeir segons la literatura acadèmica de l'apartat 5.1.

L'estudi dels canvis produïts per l'arribada de la fibra òptica pública fet mitjançant els models basats en l'estimador en diferències no han reportat cap impacte significatiu, de manera que no hi hauria una diferència estadísticament significativa entre els municipis tractats i els no tractats quant al fet de com ha evolucionat de mitjana la població.

Per tal d'aprofundir en els possibles efectes, hem considerat un model més complet basat en la metodologia de panell de dades, tal com hem fet anteriorment. Aquests models exploten diferències tant temporals com entre unitats i inclouen no només la política sinó altres característiques municipals que puguin explicar aquesta taxa de creixement, tal com hem fet amb la taxa d'atur. Entre les variables que hem introduït en el model s'inclouen variables relatives a les infraestructures ja existents i variables associades a les característiques socioeconòmiques del municipi. La variable dependent, per tant, és la taxa de creixement de la població per a aquell mateix any en aquell municipi, i aquest creixement s'obté com la

diferència entre la població d'aquell any menys la del any anterior, dividit per la població de l'any anterior.

En primer lloc, mostrem els resultats del model que estima el model sense les característiques socioeconòmiques dels municipis, amb la mateixa pauta de la subsecció anterior. A la taula 5.16 mostrem diferents especificacions. A l'especificació 1 només avaluem la variable fibra pública retardada un any sobre la taxa de creixement de la població, a part d'incloure uns efectes anuals i efectes fixos municipals. És a dir, la taxa de creixement de la població en un municipi ve marcada per factors any a any, així que són capturats per aquestes variables temporals. D'altra banda, cada municipi té unes característiques idiosincràtiques que en caracteritzen la taxa de creixement de la població, així que s'inclouen efectes fixos municipals. Un dels problemes d'aquest tipus de models és que la variància no és constant per a totes les observacions, de manera que s'incompleix un dels supòsits dels models de regressió lineal. Per això, s'inclouen errors estàndards robustos al problema de l'heteroscedasticitat en les diferents estimacions, i així és fa que els estimadors, a part de consistents, no tinguin biaix ni siguin ineficients. El model té significació conjunta, la qual cosa vol dir que les poques variables que hem inclòs ajuden a explicar les taxes d'atur.

Taula 5.16. Estimació en panell de dades de la xarxa de fibra òptica sobre el creixement de la població

Creixement població	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)
Fibra pública (lag)	0,035 (0,111)			-0,026 (0,138)
Cobertura fibra		-0,001 (0,001)		0,004** (0,002)
Cobertura ADSL			0,262* (0,153)	0,266* (0,154)
Constant	0,521 (0,108)	-0,811*** (0,092)	-1,191** (0,519)	-1,241** (0,522)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables	No	No	No	No
N	8522	6629	4735	4735
Significativitat conjunta (F)	32,69	38,87	13,33	19,97
Prob.>F	0,000	0,000	0,000	0,000

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

A l'especificació 1 de la taula 5.16 trobem que l'arribada de la xarxa de fibra òptica pública no té efectes sobre la taxa de creixement de la població mitjana posterior a la seva arribada. Un altre efecte que es mira és el de la cobertura de fibra (ja sigui pública o privada) sobre la taxa de creixement de la població (especificació 2). En aquest cas, tampoc es troba

un efecte sobre el creixement mitjà de la població. Pel que fa a la cobertura d'ADSL a 10 Mbps, sí que es troba un efecte positiu sobre la taxa de creixement de la població (especificació 3). Així, un increment en la cobertura d'ADSL de l'1% implica un increment de la taxa de creixement de la població del 0,26%. Tot i aquest resultat, aquest ha de ser interpretat amb cautela atès que el nivell de significació és només del 10%. I, finalment, a l'especificació 4 s'inclouen totes les variables de les tres especificacions anteriors, on es manté l'efecte positiu sobre el creixement de la població per part de la cobertura d'ADSL a 10 Mbps, així com també apareix un efecte positiu a la cobertura de fibra òptica, ja sigui d'operadors privats o públics.

A continuació, tal com hem fet en els models anteriors, considerarem un model de variables instrumentals en dues etapes. Cal recordar que és important que, un cop arriba la xarxa troncal de la fibra òptica de la Generalitat, aquesta sigui desplegada en un municipi per part d'un agent. Per això, té interès avaluar l'impacte d'un increment de la cobertura que vingui explicat per la presència de la fibra pública. A la taula 5.17 mostrem els resultats de diferents especificacions. A l'especificació 1 només incloem la variable instrumentada juntament amb els efectes fixos municipals i temporals, mentre que a la segona especificació incloem també diverses variables explicatives. En ambdós resultats trobem que la xarxa de fibra òptica pública no té incidència sobre el creixement de la població.

Taula 5.17. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals del creixement de la població

Creixement població	2SLS (1)	2SLS (2)
Δ Cobertura (via fibra pública)	0,002 (0,004)	-0,005 (0,006)
Constant	0,517*** (0,106)	-186,18*** (14,917)
Efectes temporals	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes agricultura, construcció, indústria i serveis, pes nens, pes adults, immigració i VAB comarcal	No	Sí
N	8522	7575
Significativitat conjunta (F)	33,11	24,49
Prob.>F	0,000	0,000

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

A partir dels resultats de l'especificació anterior, ens plantejem si l'efecte de la xarxa de fibra òptica pública té un impacte diferent segons la mida del municipi. Sobretot perquè, com ja hem exposat, cal recordar que els efectes de la fibra pública sobre la cobertura només s'han identificat per a municipis de menys de 10.000 habitants. Per això, apliquem el criteri

de submostres del capítol de cobertures: menys de 2.000 habitants, entre 2.000 i 10.000 habitants i més de 10.000 habitants. També, atès que tenim més de la meitat dels municipis amb menys de 2.000 habitants, decidim fer una quarta submostra amb els municipis de menys de 1.000 habitants per buscar efectes en municipis més petits. Decidim aplicar la variable cobertura de la xarxa de fibra òptica pública, així com també la seva interacció amb la mida del municipi, juntament amb diferents característiques socioeconòmiques del municipi.

A la taula 5.18 mostrem els resultats de les estimacions. Pel que fa a la nostra variable d'interès, la cobertura de la xarxa de fibra pública no té efectes sobre la taxa de creixement de la població per a cap tipus de municipi. Així, hem recollit prou evidència que la part de l'increment de la cobertura que s'associa amb la presència de la fibra pública no implica variacions en la taxa de creixement de la població mitjana anual, ni en municipis petits, ni mitjans ni grans.

Taula 5.18. Estimació en dues etapes amb variables instrumentals del creixement de la població per diferents mides de municipi

Creixement població	<1.000 hab.	<2.000 hab.	Entre 2.000 i 10.000 hab.	>10.000 hab.
Δ Cobertura (via fibra pública)	0,070 (0,999)	0,437 (0,703)	0,182 (0,191)	0,243 (0,227)
Constant	-369,7*** (134,23)	-356,15*** (109,40)	-206,77*** (71,77)	-343,13*** (100,34)
Efectes temporals	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectes municipals	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres variables: habitants (log), densitat poblacional, pes agricultura, construcció, indústria i serveis, pes nens, pes adults, immigració i VAB comarcal	Sí	Sí	Sí	Sí
N	1949	2381	923	484
Significativitat conjunta (F)	18,15	20,86	10,44	10,21
Prob.>F	0,000	0,000	0,000	0,000

Nota: significació estadística: * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

6. AVALUACIÓ DE LA RENDIBILITAT SOCIOECONÒMICA

Aquest apartat completa l'avaluació del desplegament de la xarxa oberta de Catalunya centrant l'anàlisi en la contribució socioeconòmica de la inversió realitzada en aquesta infraestructura fins al final del 2019, en termes de la seva rendibilitat o retorn socioeconòmic. Si bé en els apartats anteriors hem avaluat diversos impactes socioeconòmics associats al desplegament de la fibra òptica pública neutral (XOC), a continuació estimarem quina ha estat la rendibilitat socioeconòmica d'aquesta intervenció a partir de la seva contribució al benestar del conjunt de la societat catalana.⁶

En l'anàlisi socioeconòmica es consideren els costos i els beneficis que generen un canvi de benestar des del punt de vista del conjunt de la societat. És per això que, per exemple, no es consideren els ingressos derivats del cobrament de tarifes o impostos, ja que aquests no modifiquen el que la societat guanya o perd. Simplement suposen una transferència econòmica entre agents dins de la societat, no modifiquen el benestar en el seu conjunt. A més, la valoració de costos i beneficis es realitza en termes de cost d'oportunitat i no pas en termes monetaris reals, cosa que implica la necessitat d'aplicar factors de conversió. Així mateix, l'anàlisi socioeconòmica pot preveure externalitats (efectes imposats a tercers) i preveu el valor del fluxos que ocorren al llarg del temps segons les preferències temporals socials i no pas el cost d'oportunitat del capital.

En els apartats següents es descriuen les diferents hipòtesis de càlcul assumides. En general, es pot veure com de manera sistemàtica posicionem les nostres assumpcions del costat més desfavorable a la rendibilitat social de la intervenció. Aquesta estratègia tracta de ser molt exigent amb la potencial contribució de la XOC al benestar social i no sobreestimar-ne l'impacte. D'aquesta manera, si obtenim una rendibilitat social positiva d'aquesta intervenció pública podem tenir un alt nivell de confiança en la seva contribució positiva en termes d'increment del benestar per al conjunt de la societat catalana.

6.1 Descripció de l'escenari base

⁶ Cal fer notar que l'anàlisi de la rendibilitat socioeconòmica no s'ha de confondre amb una anàlisi financera, tot i estar relacionades. L'enfocament de les dues és completament diferenciat i les consideracions sobre quins aspectes s'hi inclouen i com es valoren són clarament divergents.

A l'efecte de computar els canvis introduïts per la XOC cal prendre un punt de referència que esdevindrà la situació amb què compararem la intervenció. Aquest és el denominat “escenari base”, que representarà la situació que s’hauria donat sense la intervenció. Aquest escenari contrafactual descriu quina hauria estat l’evolució més probable de la situació sense la implantació de la XOC (intervenció pública), assumint l’evolució més raonable de la situació preintervenció. És a dir, els costos i beneficis descrits en apartats següents es basen en el diferencial entre l’escenari base i el d’implantació de la XOC.

En aquest escenari base preveiem que l’Administració pública no realitza cap intervenció i és només el sector privat el que realitza el desplegament de la seva pròpia xarxa. En aquest sentit, assumim que en absència de la implantació de la XOC els municipis haurien evolucionat tal com ho han fet els no tractats al llarg del període 2011-2019. A partir de les dades d’increments de cobertura interanuals obtinguts del Ministeri d’Afers Econòmics i Transformació Digital i que s’han utilitzat en els capítols anteriors d’aquest estudi, calculem el ritme d’increment mitjà de cobertura per a aquest tipus de municipi en un 4,5% anual. Aquest increment només s’aplica a partir de l’any 2020, ja que per al període 2011-2019 la definició de l’ATT estimat en el capítol 3 de l’estudi ja ens aporta el diferencial d’impacte mitjà respecte a l’escenari contrafactual.

Això suposa assumir que la XOC té un impacte equivalent a avançar l’increment de cobertura als municipis tractats, on l’increment mitjà del 21% en els nivells de cobertura dels municipis tractats es veu reduït en un 4,5% anual postintervenció. D’aquesta manera, s’assumeix que la XOC només acumularà beneficis socials entre el 2011 i el 2024, moment en el qual totes les llars que incrementen el nivell de cobertura degut a la XOC ja haurien estat servides pel sector privat (sota la hipòtesi de creixement anual anterior). Aquesta és una hipòtesi conservadora de cara a la rendibilitat social de la XOC, ja que veiem que als municipis més petits (menys de 2.000 habitants) el ritme basal d’increment de cobertura se situa entorn del 2% i que com a mínim parcialment el desplegament dels privats pot haver aprofitat la infraestructura de la XOC per arribar a municipis no tractats per aquesta encara. La falta d’informació més detallada sobre la xarxa dels operadors privats ens impossibilita refinar la descripció de l’escenari base i per això preferim ser conservadors en la valoració dels beneficis per quedar del costat de la seguretat.

6.2 Identificació i agregació de costos i beneficis

En aquest apartat es descriuen els costos i beneficis inclosos en l'anàlisi socioeconòmica de la implantació de la XOC i se'n detallen les fonts d'informació, els mètodes de quantificació i les hipòtesis realitzades per a la seva projecció dins l'horitzó temporal considerat.

6.2.1 Costos d'inversió

Els costos derivats de la construcció, la renovació o la millora de la XOC s'han considerat segons el que defineix el pla de negoci de l'operador de la XOC, en què s'inclouen les despeses d'inversió en infraestructura passiva, xarxa de fibra òptica, equips, materials i sistemes necessaris per a la prestació del servei, així com els costos inicials de la primera implantació.

Taula 6.1. Resum de despeses en inversions. Valors en euros

ANY	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Infraestr. passiva</i>	362.700	205.687	880.574	3.069.814	3.774.585	2.029.569	2.502.765	1.427.323	163.298
<i>Xarxa</i>	342.208	143.187	1.287.460	1.469.188	943.457	331.159	629.876	965.640	103.695
<i>Sistemes</i>	697.912	585.246							
<i>Implantació</i>	1.099.297								
<i>Total</i>	2.502.117	934.120	2.168.034	4.539.002	4.718.042	2.360.728	3.132.641	2.392.963	266.993

Font: pla de negoci, XOC-CELLNEX.

Per tal de valorar-los al cost d'oportunitat social, es corregeixen els valors descrits a la Taula 6.1 per un factor de conversió per obtenir el cost valorat a preus a l'ombra. Això es realitza d'aquesta manera degut al fet que els preus de mercat no són un bon indicador del cost d'oportunitat social. Per exemple, en inversions on hi ha un component significatiu de participació de mà d'obra, el cost carregat per la societat no es veu reflectit pels salaris degut a les rigideses del mercat laboral o els nivells d'atur (on els salaris a l'ombra són inferiors als salaris de mercat i inclouen transferències entre agents de la societat com ara els impostos). A aquest efecte, s'han emprat els coeficients de preus a l'ombra descrits al manual d'avaluació d'inversions del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya (SAIT), que se situen entre 0,7 i 0,88 segons els tipus de despesa.

També cal tenir en compte que fer front a despeses amb fons públics pot imposar un cert cost social, si aquests fons s'han d'extreure de noves impositcions fiscals (ja sigui taxes o impostos) que poden introduir distorsions en el comportament dels agents econòmics. En el cas concret de la XOC assumim que això no ha estat necessari, en tant que la inversió la

realitza el concessionari i la Generalitat li ho compensa amb un “peatge” anual sufragat amb el pressupost disponible. Fins a on en tenim constància, no hi ha diferència pel que fa a fiscalitat entre els escenaris amb XOC i sense i, per tant, el cost marginal dels fons públics s’assumeixen igual a 1.

A més d’això, seguint el que disposa el pla de negoci de l’operador de la XOC, a l’efecte del còmput del valor residual de la inversió s’ha tingut en compte una vida útil de 21 anys per a la infraestructura passiva, de 7 anys per a la xarxa de fibra òptica i de 5 anys per als sistemes associats. En aquest sentit, l’horitzó temporal d’avaluació s’ha fixat igual a la vida útil de la infraestructura passiva, i s’assumeix així un valor residual nul al final del projecte. Això implica adoptar una hipòtesi conservadora de cara a la rendibilitat social del projecte, ja que és factible que aquesta pugui tenir una vida útil més llarga que la definida.

En aquest cas, cal esmentar també que no s’han tingut en compte els potencials costos externs derivats de l’execució d’obres, desviaments de trànsit o afectacions a tercers, degut a la poca entitat d’aquestes intervencions i el seu impacte reduït en termes globals.

A més, tampoc s’han recollit de manera particular els costos de planificació d’aquesta infraestructura, en entendre que les despeses de redacció dels projectes constructius de la infraestructura ja estan integrats dins les despeses d’inversió dutes a terme pel concessionari i el fet que el procés de diàleg competitiu i licitació es porta a terme amb recursos propis de l’Administració que s’haurien dedicat igualment a altres tasques en un escenari sense intervenció (escenari base).

6.2.2 Costos d’operació

Dins els costos d’operació s’inclouen totes les despeses derivades de garantir el funcionament normal del servei i els seus actius. Això inclou les despeses associades al manteniment de la infraestructura, equipaments i sistemes, però també els costos de personal i comercialització de serveis. Tots aquests costos es projecten a futur simplement seguint les despeses de l’últim exercici disponible al pla de negoci de l’operador, amb l’objectiu de seguir amb la prestació actual del servei fins al final de l’horitzó d’avaluació.

Dins les despeses operatives s’inclouen les despeses de personal de l’empresa prestatària del servei com a element imprescindible per a la prestació d’aquest. També s’inclouen els costos associats a les activitats de lloguer de fibra, drets de pas i venda de

capacitat, enfocats a l'aprofitament de la xarxa per part d'altres operadors en tant que aquests també possibiliten un augment del nivell de cobertura del servei de fibra òptica i, per tant, generen part del benefici social que es descriu en apartats següents. A més, també s'inclouen les despeses generals i altres despeses assumides pel prestatari del servei (vegeu la taula 6.2).

Una menció especial mereixen els costos de manteniment de la infraestructura, que s'han previst al pla de negoci del concessionari en funció de la longitud de la xarxa. Aquests costos inclouen despeses relacionades amb el desviament de serveis existents i que, per tant, representen un cost més gran del que seria esperable en un escenari de manteniment sense increment de la xarxa (projecció a futur). En aquest cas, assumim com a vàlida la despesa descrita per ser més exigent respecte a la rendibilitat social positiva de la XOC.

Taula 6.2. Resum de despeses operatives. Valors en euros

ANY	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Personal</i>	580.407	913.087	1.042.892	1.341.494	1.400.360	1.191.171	1.369.598	1.468.858
<i>Manteniment infraestructura</i>	369.294	573.000	576.402	585.376	715.137	764.963	969.222	892.295
<i>Manteniment equipament actiu</i>	311.838	238.000	219.386	353.464	326.613	392.209	820.296	930.763
<i>Manteniment sistemes</i>	36.104	72.500	100.254	74.286	81.503	92.118	111.341	107.776
<i>Lloguer fibra</i>	260.890	273.000	188.177	123.113	289.968	562.307	648.600	746.894
<i>Drets de pas</i>	483	585	29.910	138.190	69.949	39.204	89.486	53.007
<i>Costos venda a l'engròs</i>	600	19.022	40.146	80.833	107.643	71.376	30.205	33.524
<i>Despeses generals i altres</i>	558.375	708.508	551.418	621.727	767.107	907.946	935.410	968.202
<i>Total</i>	2.117.991	2.797.702	2.748.586	3.318.484	3.758.281	4.021.292	4.974.158	5.201.319

Font: pla de negoci, XOC-CELLNEX.

6.2.3 Connexió a les llars: desplegament d'operadors privats

El principal benefici derivat de la XOC és l'augment de cobertura de la fibra òptica, amb més llars connectades que poden gaudir-ne. No obstant, per tal que això succeeixi no només cal incórrer en els costos de desplegament de la xarxa troncal de la XOC (que arriba fins a un determinat punt del municipi), sinó que també cal que un operador privat realitzi el desplegament dins el municipi per connectar el punt d'accés amb les diferents llars. Així doncs, cal preveure també el cost en què incorren els operadors privats en termes d'inversió per realitzar aquesta connexió, ja que són uns recursos que la societat (a través de l'operador privat) assigna a aquesta infraestructura local i no estan disponibles per realitzar altres intervencions.

Segons les dades facilitades pels operadors, a través de la DG de Polítiques Digitals, els costos d'inversió mitjans per connectar cada llar a partir de la XOC se situen a l'entorn dels 145 €/llar. A partir d'aquesta xifra i el diferencial de llars que s'han connectat al servei (per efecte de l'increment de cobertura) obtenim la despesa anual a assignar a aquest concepte. Per a més detalls sobre el nombre de llars que es connecten anualment degut a l'increment de cobertura vegeu l'apartat següent.

6.2.4 Beneficis socials

El mètode escollit per estimar els beneficis socials de la intervenció és el de la valoració contingent. Aquest mètode es va desenvolupar originalment com a mecanisme de valoració de beneficis per a recursos, béns i serveis que no tenien mercat, sobretot per als valors ambientals i ecològics. No obstant això, s'ha aplicat en una àmplia gamma de casos i activitats econòmiques. De fet, el mètode de la valoració contingent ha estat un mètode utilitzat freqüentment en el càlcul de canvis en el benestar social associats a la disponibilitat de banda ampla i altres serveis digitals (vegeu Hayes, 2011, per a una revisió d'aquesta literatura).

Si bé el mercat de la banda ampla existeix, els efectes de la seva disponibilitat en termes de beneficis socials no tenen un mercat específic. Com tampoc existeix aquest mercat en el cas en què es plantegin desplegaments de la infraestructura en zones no servides per aquest mercat. Per això, la valoració individual que en facin els seus usuaris pot suposar una bona mesura de síntesi de la varietat de retorns que la fibra òptica aporta en termes de beneficis i que difícilment podrien identificar-se, quantificar-se i considerar-se de manera singularitzada. S'assumeix, per tant, el criteri de la racionalitat i sobirania del consumidor, que és el millor coneixedor de tots els beneficis que obté mitjançant el consum i ús d'aquesta tecnologia i dels serveis electrònics i digitals als quals pot accedir. Entre aquests podem destacar, sense pretendre aportar-ne un llistat exhaustiu, els següents beneficis socials típicament associats a la banda ampla:

- Comunicació (correus electrònics, missatgeria, videoconferències, etc.)
- Teletreball
- Telemedicina
- Govern electrònic
- Aprenentatge a distància
- Assistència a distància
- Entreteniment

- Informació
- Comerç electrònic
- Connectivitat intraorganitzativa
- Computació en el núvol
- Etc.

El mètode de la valoració contingent intenta mesurar en unitats monetàries els canvis en el benestar dels individus davant de canvis en les quantitats o qualitats dels béns i serveis. Aquesta mesura acostuma a expressar-se en termes de la quantitat màxima que una persona pagaria per consumir un bé o servei, o bé, de manera inversa, la quantitat monetària mínima que acceptaria per renunciar al consum d'aquest bé o servei del qual n'obté benestar. És a dir, en el primer cas es mesuraria la disponibilitat a pagar, que equivaldria per tant al benestar que n'obté del seu consum. En el segon, aquest benestar s'igualaria a la disponibilitat a ser compensat per tal d'acceptar renunciar a aquest benestar. En el nostre context de l'estudi hem optat per aquesta segona aproximació.

Amb el mètode de la valoració contingent es demana als enquestats que indiquin directament les preferències hipotèticament per a un recurs, bé o servei. Per això és un mètode que pretén obtenir les preferències declarades per part dels individus que participen en l'enquesta o en l'experiment.

A la pràctica el mètode de la valoració contingent consta de tres fases. En primer lloc, el plantejament d'escenaris hipotètics sobre el recurs, bé o servei. En segon lloc, preguntes sobre la valoració, típicament per obtenir informació sobre la disponibilitat a pagar o a ser compensat. Finalment, l'obtenció d'informació sobre les característiques dels enquestats que han de donar solidesa a la validació de les respostes obtingudes.

La valoració contingent s'aplica usualment per valorar beneficis derivats de béns o serveis sense mercat (p. e. reduccions en els nivells de pol·lució, soroll, etc.), però també resulta útil per valorar els derivats de canvis hipotètics en serveis existents. En concret, en el nostre cas resulta útil per valorar quin benefici obtenen els usuaris de disposar d'una connexió a Internet amb les característiques de servei de la fibra òptica respecte de les que ofereix l'ADSL. A aquest efecte, es construeixen situacions hipotètiques en què es demana a una mostra d'usuaris de fibra quina compensació haurien de rebre per una interrupció del servei de diferents durades (1, 6 i 12 mesos, respectivament), durant la qual només podran fer ús d'un servei alternatiu d'ADSL.

Per realitzar aquesta valoració s'ha fet una enquesta en línia distribuïda entre el 15 i el 21 de febrer de 2021. Se n'han obtingut 223 respostes vàlides, en què es recullen les característiques socioeconòmiques i característiques del servei contractat per part dels enquestats.

La situació hipotètica concreta a la qual fan front els enquestats per realitzar la valoració contingent és la següent:

“Imagini que el govern necessita realitzar una obra d'interès general en el seu municipi que implica una afectació sobre la xarxa de fibra òptica que li dona servei. Aquesta actuació implica l'aturada del funcionament de la fibra òptica durant cert temps, durant el qual vostè no podrà accedir a aquest servei. Per tal de compensar-lo, el govern preveu atorgar-li una compensació econòmica mensual mentre el servei de fibra òptica no funcioni. Tanmateix, podrà seguir connectant-se a Internet amb una connexió de fins a 30 Mbps que li facilitarà la mateixa Administració sense cost addicional per a vostè.

Atesa aquesta situació hipotètica, respongui les preguntes següents:

«Quina seria la compensació mensual mínima que demanaria per acceptar perdre la connexió de fibra òptica durant un mes?» (aplicat també a 6 i 12 mesos)

Els resultats d'aquesta situació hipotètica ens aporta una distribució de la valoració contingent de l'accés a la fibra òptica pels enquestats segons el que descriu la taula 6.3. S'hi pot veure com la valoració creix amb els temps d'interrupció del servei –com era d'esperar–, en què les dades per un mes d'interrupció es poden assumir com el benefici que aporta als usuaris l'accés a la fibra òptica a curt termini i les d'un any a més llarg termini. Per això, amb l'objectiu de quedar del costat de la seguretat, en l'anàlisi socioeconòmica considerarem només el benefici d'accés a la fibra òptica a curt termini (1 mes). Aquesta mateixa taula també mostra la gran dispersió en el valor diferencial que donen els enquestats a l'accés a la fibra òptica respecte de l'ADSL. Gràficament això es mostra també a l'histograma descrit a la figura 6.3, per al cas concret d'una interrupció del servei d'un mes.

Taula 6.3. Característiques de la distribució de la compensació mensual demanada (valoració contingent) per l'accés a la fibra òptica segons els temps d'interrupció del servei

(1 mes)

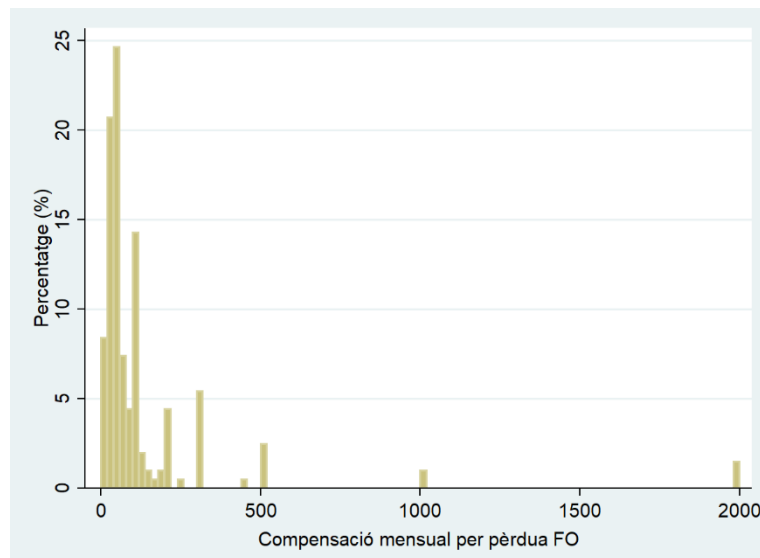
(6 mesos)

(12 mesos)

<i>Mitjana</i>	127,3	315,8	602,5
<i>Desv. est.</i>	266,5	464,1	1025,8
<i>Mediana</i>	50,0	112,0	180,0

Font: elaboració pròpia.

Figura 6.1. Distribució de la compensació mensual acceptada (valoració contingent) per una interrupció d'un mes del servei de fibra òptica



Font: elaboració pròpia.

Això porta a la necessitat de prendre una decisió sobre la millor manera d'agregar les valoracions individuals per tal de representar el conjunt de llars beneficiades per la connexió a la fibra òptica. Quan la distribució és clarament asimètrica, com en el nostre cas, la mitjana i la mediana difereixen significativament. La mediana correspon a una estimació més conservadora, en trobar-se per sota de la mitjana, ja que acostuma a haver-hi, com en el nostre cas, més respostes baixes i més dispersió en els valors alts. Aquest valor és el que caldrà multiplicar per la població rellevant, que en el nostre estudi serà aquella que gaudirà d'una cobertura de fibra òptica i que no l'hauria obtingut sense el projecte que estem avaluant.

Això implica que cada llar tractada que passa a tenir servei de fibra òptica experimentarà un increment de benestar equivalent a 50 € mensuals. Això vol dir que per obtenir el benefici anual derivat de la XOC cal multiplicar el potencial de llars de cada municipi tractat per l'impacte en termes d'increment de cobertura (21% segons el que descriu la primera part de l'estudi) i la valoració mensual anterior. Cal tenir en compte també, tal com s'ha descrit a l'escenari base, que l'impacte de la XOC avança el tractament respecte de l'evolució natural dels nivells de cobertura. Per tant, el benefici net anual posterior a la finalització de la xarxa (a partir de 2020) descomptarà un 4,5% anual de llars en els municipis

tractats que haurien incrementat la seva cobertura en absència de la XOC. És a dir, assumim que el benefici social de la XOC radica a avançar l'accés a la fibra òptica dins els municipis tractats i que s'esvaeix posteriorment. La Figura 6.2 mostra de manera concreta la distribució anual del total de llars beneficiades per la connexió a la fibra òptica atribuïble a la XOC per tot l'horitzó temporal d'avaluació. En aquest cas, la figura mostra com el nombre de llars beneficiades creix durant el període de desplegament de la XOC atès que té un efecte més gran que el ritme basal de creixement de cobertura de l'escenari base (només operadors privats). Un cop finalitzat el desplegament de la XOC, i sense més increments de cobertura, el nombre de llars beneficiades es va reduint a mesura que el desplegament dels privats va guanyant terreny. És a dir, cada vegada hi ha menys llars per a les quals podem atribuir l'increment de cobertura a la XOC, ja que són llars que per a aquell any ja haurien rebut fibra pel desplegament dels privats. La figura 6.3 mostra l'evolució dels beneficis socials atribuïts a aquestes llars.

Cal destacar que aquesta és una hipòtesi bastant conservadora, ja que per a molts municipis és poc probable que el sector privat acabi desplegant la xarxa sense el suport públic. Dins l'anàlisi de sensibilitat es mostra l'impacte sobre la rendibilitat del projecte davant de canvis en els ritmes d'increment de cobertura (tant pel tractament com pel contrafactual). A més, aquesta figura 6.2 també mostra de manera molt clara com la finalització del desplegament de la xarxa troncal de la XOC el 2019 implica assumir que no s'inclouen nous municipis tractats. Una altra hipòtesi conservadora, ja que municipis veïns poden connectar-se a la XOC per desplegar el servei d'FTTH a través d'operadors locals (privats).

Figura 6.2. Distribució temporal del nombre de llars beneficiades per la connexió a la fibra òptica

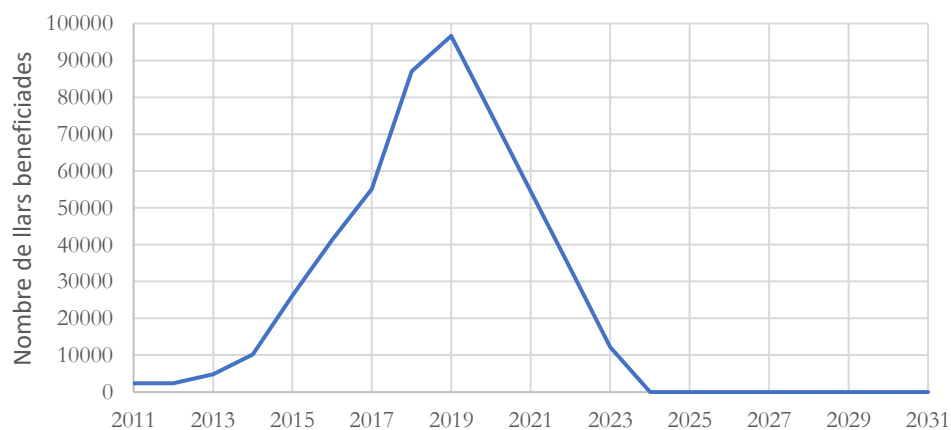
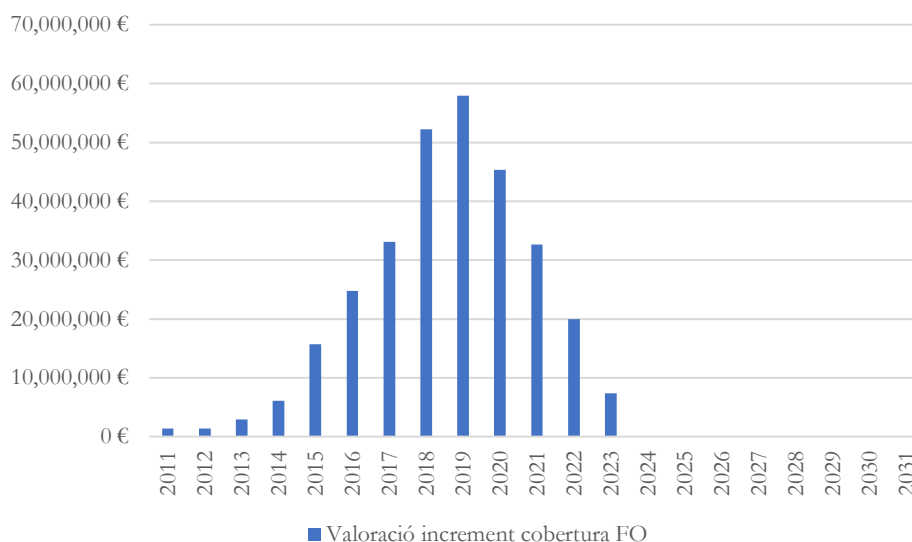


Figura 6.3. Distribució anual dels beneficis derivats de l'increment de cobertura segons la valoració dels usuaris



Cal destacar que dins l'anàlisi socioeconòmica no hem inclòs els ingressos derivats de l'autoprestació del servei de fibra òptica a edificis de la Generalitat de Catalunya, ni les vendes de capacitat ni altres ingressos, ja que aquests resulten ser una simple transferència de recursos entre diferents agents de la societat. A més, segons el que descriu la DG de Polítiques Digitals, el preu d'autoprestació és equivalent al preu de mercat establert pels operadors privats.

A més d'això, cal dir que tampoc hem considerat altres potencials beneficis indirectes de la implantació de la XOC. És evident que l'accés a Internet per fibra òptica és un bé intermedi que afecta altres mercats, com ara el mercat de treball tal com s'ha vist a la primera part de l'estudi amb el seu impacte sobre els nivells d'atur. Però la falta de consens a la literatura sobre com assegurar que els beneficis indirectes són realment addicionals als descrits anteriorment i no incorrem en una doble comptabilització ens fa desestimar la seva inclusió per prendre una actitud conservadora vers els beneficis de la XOC. Per poder computar els beneficis indirectes de manera rigorosa caldria disposar d'un model d'equilibri general que queda fora de l'abast del present estudi.

6.3 Agregació de costos i beneficis: taxa de descompte i mesures de rendibilitat

Els costos i beneficis descrits als apartats anteriors es generen en diferents moments del temps i, per tant, cal aplicar un factor de descompte que els faci a tots comparables i els

transformi en valors monetaris de l'any de referència escollit.⁷ Aquest factor ens permet indicar com es valora a data d'inici de la intervenció cada un dels imports que es donen en cert moment. En el nostre cas, la taxa social de descompte (r) reflecteix el cost d'oportunitat dels recursos emprats per dur a terme la intervenció, un 3% en el nostre cas.⁸

Aquest factor de descompte (D_t) es computa per a cada moment (t) segons:

$$D_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

En agregar costos (C_t) i beneficis (B_t) que es generen en cada moment, corregits pel factor de descompte anterior, obtenim el seu valor present net per a cadascun dels conceptes analitzats, el sumatori dels quals per tot l'horitzó temporal del projecte (T) ens dona el seu valor actual net social (VANs). Aquesta és una mesura de la rendibilitat absoluta del projecte, en què un VANs > 0 implica un retorn positiu per a la societat. El VANs ofereix una mesura de l'increment de benestar absolut derivat de la intervenció analitzada.

$$VANs = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

A més d'això, també es poden obtenir mesures de rendibilitat relativa del projecte que permeten comparar l'eficiència en l'ús dels recursos de diferents alternatives o projectes. A aquest efecte, es preveuen tres mesures diferents. En primer lloc, la taxa interna de retorn social (TIRs), que equival a la taxa de descompte que iguala el VANs = 0, assumint que els fluxos nets es reinverteixen en el mateix projecte (o altres) amb la mateixa rendibilitat. Tot i que aquest indicador és de llarg el més emprat, presenta problemes greus en relació amb la versemblança d'aquesta “reinvertió” i en el seu càlcul quan els fluxos canvien de signe més d'una vegada (n'impossibilita el càlcul). Molt més intuïtiu resulta emprar com a indicador la ràtio entre el VANs i la inversió (VANs/inversió), amb el qual s'obté una visió molt clara del retorn social net obtingut per cada euro invertit. Si aquesta ràtio és superior a 0 el retorn social és positiu, derivat del fet que el VANs és positiu. Per exemple, un VANs/inversió = 0,5 és equivalent a dir que es generen 0,5 € d'increment de benestar net (beneficis per sobre

⁷ Prèviament a l'aplicació d'aquest factor de descompte ja s'han passat els valors descrits al pla de negoci de l'operador a unitats monetàries constants de l'any de referència corregint el factor constant d'inflació (2,8%) previst per contracte.

⁸ Segons el *descript* a la nota metodològica de 21 de maig de 2015, emesa per la Direcció General d'Anàlisi i Seguiment de les Finances Públiques del Departament d'Economia i Coneixement (Generalitat de Catalunya). Vegeu [aquí](#).

dels costos) per cada 1 € invertit en el projecte. Finalment, l'altra mesura de rendibilitat relativa habitualment mesurada és la ràtio entre beneficis i costos (B/C), que dona una bona mesura de la dimensió relativa de beneficis respecte als costos associats al projecte (eficiència) i en què valors superiors a 1 impliquen un retorn social positiu.

6.4 Resultats

Aquest apartat recull el resultat esperat de l'anàlisi socioeconòmica. A les figures següents es mostra un resum del valor present net dels costos d'inversió i operativa, per a cada una de les partides que els componen (vegeu la Figura 6.4 i la figura 6.5). Quant a inversió la partida més important és la destinada a la construcció de la infraestructura passiva (prismes, pericons de registre, etc.). A escala operativa les despeses més importants són les de personal i despeses generals, seguides pel lloguer de fibra a diversos conceptes de manteniment. A més d'aquestes despeses també es preveuen les associades al cost d'inversió realitzades pels privats en el desplegament local de la xarxa, per tal de connectar de manera efectiva les llars amb la XOC.

Figura 6.4. Valor present net del costos d'inversió pel projecte XOC

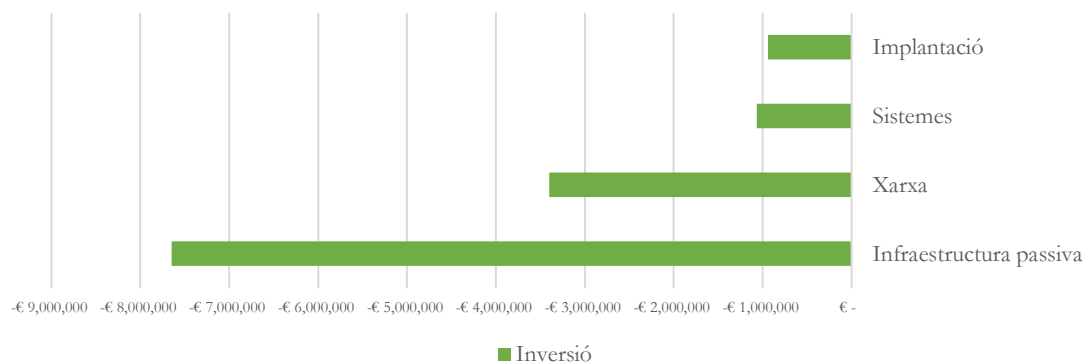
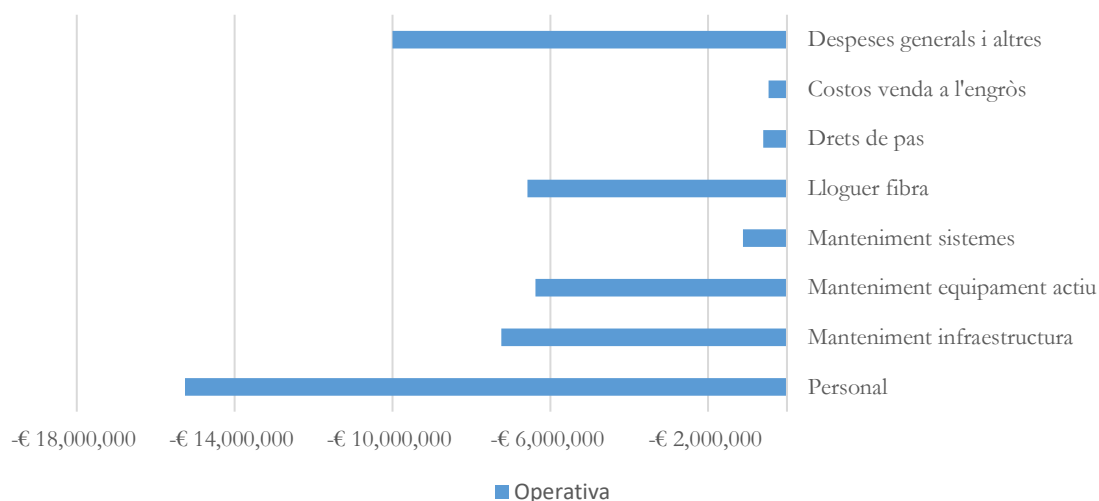
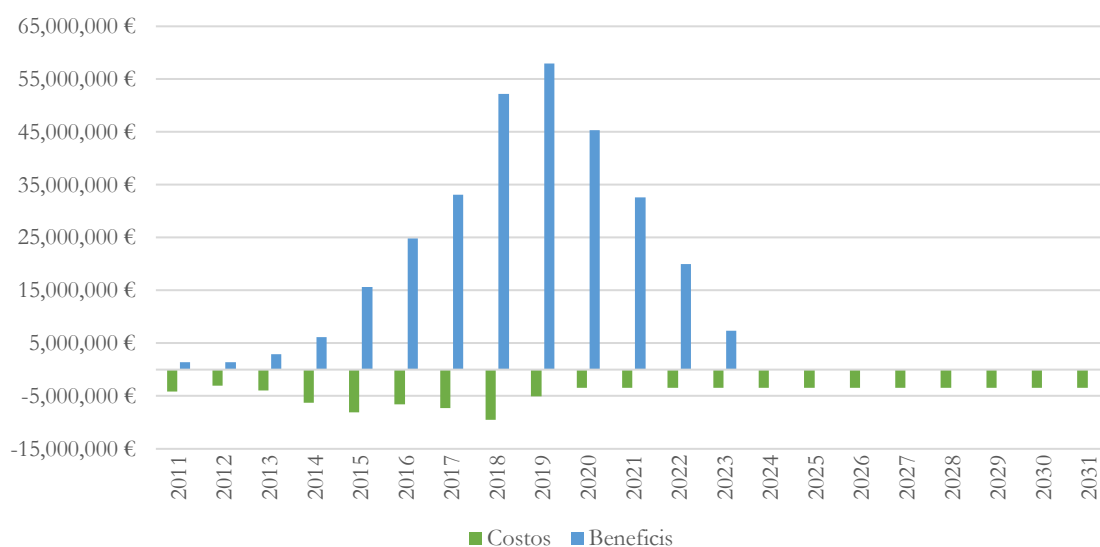


Figura 6.5. Valor present net del costos d'operativa pel projecte XOC



La Figura 5 ofereix una comparativa de la distribució temporal dels costos i beneficis agregats. D'aquesta figura es pot extreure que els beneficis superen els costos a escala agregada, però també que el flux de beneficis nets canvia de signe més d'una vegada durant l'horitzó d'avaluació i, per tant, no es podrà aportar un càlcul de la rendibilitat relativa del projecte sobre la base de la TIR (només a partir del VANs/inversió i B/C).

Figura 5.6. Comparativa de la distribució temporal de beneficis i costos del projecte



Agregant els valors presents de costos i beneficis obtenim un VANs positiu per al projecte, que segons els nostres càlculs implica un increment de 161,7 M€ en el benestar social. Els indicadors de rendibilitat relativa del projecte indiquen que per cada euro públic d'inversió la societat rep un retorn net de 12,4 € (VANs/inversió) i que el valor present dels

beneficis gairebé triplica (3,24) el valor present dels costos segons la ràtio B/C (vegeu la taula 6.4). Aquestes figures són molt positives i destaquen la idoneïtat de la promoció per part del sector públic del desplegament de la XOC. En concret, els valors de rendibilitat social se situen molt per damunt d'intervencions en altres tipus d'infraestructures desenvolupades per la mateixa Generalitat de Catalunya.⁹

Taula 6.4. Resum del valor present de costos i beneficis del projecte per conceptes. Valors de rendibilitat absoluta (VANs) i relativa (VANs/inversió; B/C) del projecte

	Valor present
COSTOS	
Inversió	
Infraestructura passiva	-7.649.069 €
Xarxa	-3.403.740 €
Sistemes	-1.068.134 €
Implantació	-939.205 €
Operativa	
Personal	-15.257.539 €
Manteniment infraestructura	-7.244.003 €
Manteniment equipament actiu	-6.373.821 €
Manteniment sistemes	-1.114.291 €
Lloguer fibra	-6.570.474 €
Drets de pas	-600.519 €
Costos venda a l'engròs	-463.346 €
Despeses generals i altres	-9.993.792 €
Desplegament privats	
Connexió llars	-11.535.069 €
Total costos	-72.213.003 €
BENEFICIS	
Valoració increment cobertura	
FO	233.909.040 €
<hr/>	
VANs =	161.696.037 €
<i>VANs/inversió =</i>	<i>12,38</i>
<i>B/C =</i>	<i>3,24</i>

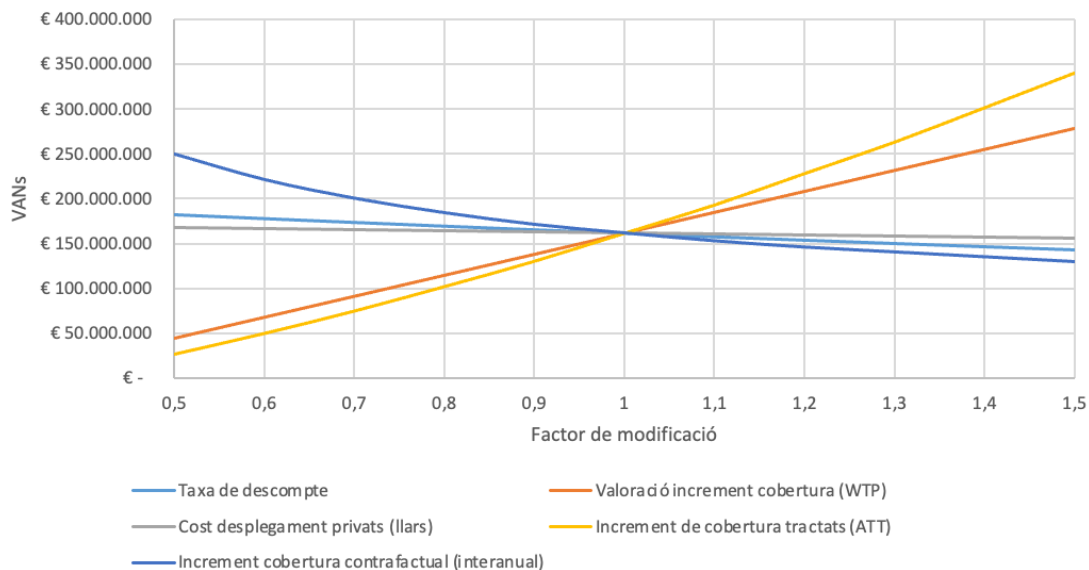
6.5 Anàlisi de sensibilitat

Els resultats obtinguts a l'apartat anterior venen determinats pel conjunt d'hipòtesis de càlcul realitzades. De manera sistemàtica hem afavorit els criteris que resultaven més exigents de

⁹ Exemple d'això són les avaluacions d'infraestructures en l'àmbit del transport descrites al SAIT (2015) o els diversos plans directors d'infraestructures de l'Autoritat del Transport Metropolità. Vegeu [aquí](#) les avaluacions ex post de les actuacions recollides al PDI 2011-2020 i [aquí](#) les previstes pel PDI 2021-2030.

cara a la valoració positiva de la rendibilitat social del desplegament de la XOC. No obstant, per ser encara més cautelosos, aquest apartat ofereix una anàlisi de sensibilitat sobre les variables de càlcul més importants, de manera que es permeti valorar com es modifiquen els resultats si s'introdueixen desviacions sobre aquestes. En concret, analitzem la desviació negativa de fins a un 50% (factor de modificació = 0,5) i positiva de fins a un 50% (factor de modificació = 1,5). La Figura 6.6 mostra de manera conjunta com varia el VANs davant de diferents factors de modificació de la taxa de descompte, la valoració de l'increment de cobertura per part dels usuaris, el cost de desplegament fins a arribar a les llars (operadors privats), l'increment de cobertura per als tractats (efecte XOC) i l'increment de cobertura que s'hauria produït igualment en absència de tractament (contrafactual).

Figura 6.6. Anàlisi de sensibilitat del VANs respecte de diverses variables de càlcul



Aquesta figura mostra com els resultats no varien en relació amb canvis en la taxa de descompte o el cost de desplegament fins a les llars per part dels operadors privats. On sí que hi ha variació substancial és en la valoració de l'accés a la fibra òptica que fan els usuaris i en l'increment de cobertura derivat del tractament (ATT).

Pel que fa a desviacions de la valoració dels usuaris, cal destacar que el valor de referència emprat ja era reduït (mediana) i que una reducció del 50% el deixa en només 25€/mes, i tot i així la rendibilitat social del projecte continua sent positiva (amb un VANs de vora els 45 M€). Cal destacar que aquesta reducció en el valor d'accés a la fibra òptica és a la franja més baixa de les valoracions obtingudes; en concret, vora un 80% dels enquestats

reporten valoracions superiors a aquesta. Això ens fa confiar en el fet que el resultat socialment positiu és robust a les possibles limitacions que puguin atribuir-se a la representativitat de la mostra de l'enquesta.

En la mateixa línia, s'han valorat possibles desviacions en l'ATT estimat en la primera part de l'estudi. Aquestes desviacions són poc factibles atès que provenen d'una avaluació ex post, però s'inclouen com a mer control de la robustesa dels càlculs. En aquest cas, fins i tot amb un reducció del 50% de l'efecte en l'increment en la cobertura el resultat del projecte continua sent positiu.

En menor mesura, els resultats també es veuen afectats per l'increment de cobertura contrafactual assumit. Un increment del ritme de desplegament per part dels privats, en absència de la XOC, reduiria el benestar social derivat de la intervenció de manera molt moderada. A més, ja hem destacat anteriorment que és més plausible que la desviació sigui en la direcció de reduir aquest ritme de desplegament que no pas d'augmentar-lo.

Tot això ens fa confiar que la XOC ha estat una intervenció pública que ha augmentat el benestar social de manera significativa, amb un retorn social positiu i amb una rendibilitat relativa superior a la que ofereixen altres infraestructures amb requeriments d'inversió molt més elevats.

7. RESUM DELS PRINCIPALS RESULTATS DE L'INFORME

7.1 Resum dels resultats sobre els impactes en la cobertura de fibra òptica (FTTH)

- **Els municipis que reben la xarxa** de la fibra òptica de la Generalitat **tenen més del doble de probabilitats de mostrar un increment en la cobertura** de fibra òptica el 2019 respecte del 2015. **Aquesta relació és una correlació, no una relació causal**, tot i que es controla per diversos factors explicatius de la cobertura en regressions logístiques multivariants.
- Aquesta correlació positiva **només s'identifica en el grup de municipis de menys de 2.000 habitants**. Per a la resta de grups de població la correlació no és estadísticament significativa i, per tant, no hi hauria una diferència en l'increment de probabilitat d'aquests municipis respecte de la resta, també controlat per diversos factors explicatius de la cobertura en regressions logístiques multivariants.
- La fibra òptica de la Generalitat **no ha fet més probable que un municipi se situï en el 100% de cobertura** en el període analitzat entre 2015 i 2019, sinó que **la probabilitat més gran la trobem en l'increment de fins al 25% de cobertura**. Això s'explica perquè la majoria de municipis on s'actua tenien una cobertura del 0% a l'inici del període i el període de temps pel qual ho hem pogut estimar és relativament curt.
- En canvi, trobem que la probabilitat que un municipi sense cobertura el 2015 passi a gaudir-ne el 2019 està positivament correlacionada amb la xarxa de la Generalitat. **Ha estat 2,5 vegades més probable obtenir cobertura en el municipi** si aquest estava connectat a la xarxa de la Generalitat que si aquest no hagués rebut la connexió amb la infraestructura pública.
- **L'avaluació causal de la política**, estimada amb mètodes quasiexperimentals, **ens indica que la diferència obtinguda (impacte)** pels municipis connectats en relació amb els controls (municipis amb les característiques més similars però no connectats a la xarxa) **es troba entre el 10,6% i el 16% d'increment addicional en la probabilitat d'incrementar la cobertura** en el període 2015-2019.
- En termes d'increment en el percentatge de cobertura entre el 2013 i el 2019, estimem que **l'impacte causal de la connexió amb la xarxa de la Generalitat es trobaria al voltant del 21% d'increment en la cobertura d'FTTH en els municipis petits**, de menys de 10.000 habitants. Per a la resta no hi hauria cap diferència estadísticament significativa.
- Aquesta és una magnitud rellevant si tenim en compte que la cobertura mitjana l'any 2013 per a aquests municipis tractats era de tan sols l'1%. El resultat ha d'interpretar-se de la manera següent: **els municipis connectats a la xarxa de la Generalitat han incrementat la seva cobertura en una mitjana del 21% més del que ho haurien fet sense la xarxa pública, ateses les seves característiques**.

- Per províncies, trobem que l'impacte causal en termes d'increment de la cobertura s'estima en el 41,7% a Tarragona (el més elevat), el 25,5% a Girona, el 21,5% a Lleida i, finalment, l'11% a Barcelona (el més baix).

7.2 Resum dels resultats sobre els impactes en la dinàmica empresarial i la concentració del mercat

- **L'increment en les cobertures** dels municipis de menys de 10.000 habitants estimat anteriorment **s'assoleix per dues vies: 1) en els municipis més petits**, de menys de 2.000 habitants, l'increment **el produeixen majoritàriament els operadors petits** (+8,5% d'increment diferencial respecte del grup control); **2) en els municipis d'entre 2.000 i 10.000 habitants** els increments de cobertura **els produeixen principalment els operadors grans** (+30% d'increment diferencial respecte del grup control).
- **La diferència en l'increment de cobertures** que es produeix quan hi ha un operador gran respecte dels casos en què només n'hi ha de petits en municipis de menys de 10.000 habitants **és de prop del 17% favorable als operadors grans**. Això es deu principalment als efectes que aquests produeixen en els municipis més grans dins d'aquest interval de població.
- En conjunt, **els resultats donen suport a la hipòtesi de connectivitat**, que estableix una relació causal entre l'arribada de la xarxa oberta de Catalunya i els increments de cobertura en els municipis petits. Aquest efecte es dona tant perquè els operadors grans aprofiten la xarxa pública en entorns en els quals el desplegament de la seva xarxa pròpia podria no ser suficientment rendible –municipis d'entre 2.000 i 10.000 habitants– i perquè els operadors petits, que no despleguen xarxes troncales, disposen d'una infraestructura pública alternativa per iniciar els seus serveis.
- **L'arribada de la xarxa de la Generalitat** a municipis on no hi havia cobertura de fibra **dinamitza l'oferta privada** dels grans operadors al marge de la mateixa infraestructura de la Generalitat, **però només ho fa per als municipis més grans de 2.000 habitants**. Trobem que **en municipis de menys de 10.000 habitants hi ha aproximadament unes 176 línies actives addicionals privades de mitjana** que s'assoleixen a causa de la presència de la xarxa pública i que no s'assolirien sense aquesta, encara que no s'estiguin canalitzant via xarxa pública.
- **Els resultats donen suport a la hipòtesi dinamitzadora del mercat en municipis d'entre 2.000 i 10.000 habitants**, que estableix una relació entre l'arribada de la fibra òptica de la Generalitat i l'increment de l'oferta privada al marge de la infraestructura pública. Aquest resultat s'ha de prendre amb cautela, ja que l'estratègia empírica pot estar sobrevalorant-ne els impactes.

- A més, **trobem un impacte causal significatiu en la reducció de la concentració del mercat en els municipis d'entre 10.000 i 25.000 habitants.** Per contra, no redueix la concentració del mercat en municipis més grans de 25.000 habitants del que ja es redueix per la mateixa dinàmica del mercat. **La reducció en l'índex de concentració HHI en aquests casos seria d'uns 1.338 punts.** Això, en el cas de mercats prèviament monopolístics (10.000), suposa una reducció del 13,4% en l'índex de concentració HHI.
- **La quota de mercat de l'operador dominant també es veuria reduïda per l'arribada de la xarxa de la Generalitat en un 7% més del que s'explica per altres motius.** L'interval més favorable és de nou el dels **municipis de fins a 25.000 habitants, on la reducció promoguda en la quota de l'operador dominant és del 10,2% de mitjana.** En conjunt, **l'evidència permet donar suport a la hipòtesi procompetitiva** de l'arribada de la xarxa pública neutral en municipis grans però només **per a municipis de fins a 25.000 habitants.**
- Per tant, **trobem evidència que dona suport a la hipòtesi procompetitiva** del desplegament de la xarxa pública, que estableix que l'arribada de la xarxa de la Generalitat ajuda a reduir la concentració del mercat i la quota de mercat de l'empresa dominant, **tot i que la hipòtesi es rebutjaria per als municipis més grans** de 25.000 habitants.

7.3 Resum dels resultats sobre els impactes socioeconòmics en els municipis de Catalunya

- **La xarxa pública de fibra** de la Generalitat de Catalunya **té un efecte mitjà sobre la disminució de la taxa d'atur municipal d'entre el 0,34% i el 0,60%,** respecte del que s'hauria experimentat sense aquesta. Per als municipis petits, en què els increments de cobertura s'estimen al voltant del 21% a causa de la fibra de la Generalitat, aquesta reducció de l'atur s'estima en el 0,13%.
- Aquest resultat està alineat amb l'evidència aportada per la majoria d'estudis de la literatura, especialment els estudis nord-americans i francesos, i menys alineat amb l'experiència alemanya, en què només una minoria d'estudis troba relacions positives amb l'ocupació.
- Els impactes sobre la taxa d'atur **es donen, sobretot, en el cas dels municipis amb taxes d'atur més baixes** (inferiors a la mediana de Catalunya). És a dir, allà on el mercat laboral es troba en condicions relativament més favorables la fibra sembla aportar efectes addicionals. En canvi, en els entorns amb taxes d'atur més elevades la fibra pública no sembla poder fer una diferència estadísticament significativa.
- Segons els diferents sectors econòmics, **els impactes sobre la taxa d'atur es troben principalment en el sector primari i en el sector terciari (serveis).** Tanmateix, en els primers trobem que l'impacte es dona allà on hi ha taxes d'atur més altes,

mentre que en el sector terciari trobem que l'impacte es dona en els municipis amb una taxa d'atur inferior a la mediana. **No afecta ni a la indústria ni a la construcció.**

- **La fibra de la Generalitat no tindria cap efecte sobre la renda mitjana personal** (mesurada amb la base de l'IRPF). No trobem efectes significatius ni per als municipis amb més renda ni en aquells amb rendes inferiors. Tampoc segons la mida del municipi.
- Estimem que **els increments de cobertura de fibra òptica ajuden a incrementar la població** dels municipis. **Un increment de l'1% en la cobertura de fibra hauria aportat un 0,4% d'increment en la població** del municipi. També trobem que **una alta cobertura d'ADSL (10 Mbps) sembla haver tingut també un impacte positiu en la taxa de creixement de la població** durant el mateix període 2010-2019. Aquests resultats estan alineats amb la literatura prèvia.
- Tanmateix, **no es detecta que aquests impactes s'associïn significativament a la implantació de la xarxa de fibra òptica pública**. La cobertura de fibra a través de la xarxa de la Generalitat tindria efectes molt petits o pràcticament insignificants sobre el creixement de la població.

7.4 Resum dels resultats de l'avaluació de la rendibilitat socioeconòmica

- L'anàlisi de la rendibilitat socioeconòmica del desplegament de la Xarxa Oberta de Catalunya fins al 2019 (inclòs) reporta resultats favorables al projecte. **Estimem que la seva contribució sobre el benestar social és de 161,7 M€**, després d'aplicar supòsits i prendre decisions metodològiques exigents i contràries a la contribució del projecte per tal d'evitar sobreestimar-ne els beneficis nets socials.
- Els indicadors de rendibilitat relativa del projecte indiquen que **per cada euro públic d'inversió la societat rep un retorn net de 12,38 €** (VANs/inversió) i que **el valor present dels beneficis triplica (3,24) el valor present dels costos** segons la ràtio B/C. Així, per cada euro de costos socials s'obtenen més de tres euros de beneficis socials.
- Els resultats de **l'anàlisi de sensibilitat realitzat** sobre les variables de càlcul incertes més determinants –i sobre les quals hem hagut de prendre decisions metodològiques que podrien desviar-se de la realitat– **indiquen que les principals conclusions de l'estudi són robustes** a canvis en la realització de valors en aquestes variables. Això ens fa estar força segurs per concloure que la intervenció ha millorat el benestar social i que ha ofert un bon retorn a la societat d'acord amb els recursos dedicats.

8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Ahlfeldt, G., Koutroumpis, P., Valletti, T. (2017). Speed 2.0: Evaluating access to universal digital highways. *Journal of the European Economic Association*, 15(3), 586-625.
- Akerman, A., Gaarder, I., Mogstad, M. (2015). The skill complementarity of broadband internet. *The Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1781-1824.
- Atasoy, H. (2013). The effects of broadband internet expansion on labor market outcomes. *ILR Review*, 66(2), 315-345.
- Bai, Y. (2017). The faster, the better? The impact of internet speed on employment. *Information Economics and Policy*, 40, 21-25.
- Bertschek, I., Cerquera, D., Klein, G. J. (2013). More bits—more bucks? Measuring the impact of broadband internet on firm performance. *Information Economics and Policy*, 25(3), 190-203.
- Bourreau, M., Grzybowski, L., Hasbi, M. (2018). Unbundling the incumbent and entry into fiber: Evidence from France. *International Journal of Industrial Organization* 67, 102526.
- Briglauer, W., Dürr, N. S., Falck, O., Hüschelrath, K. (2019). Does state aid for broadband deployment in rural areas close the digital and economic divide?. *Information Economics and Policy*, 46, 68-85.
- Briglauer, W., Gugler, K. (2019). Go for Gigabit? First Evidence on Economic Benefits of Highspeed Broadband Technologies in Europe, *Journal of Common Market Studies*, 57, 1071-1090.
- Canzian, G., Poy, S., Schüller, S. (2019). Broadband diffusion and firm performance in rural areas: quasi-experimental evidence. *Regional Science and Urban Economics*, 2019, 77, 87–103
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., Woessmann, L. (2011). Broadband infrastructure and economic growth. *Economic Journal*, 121 (552), 505-532.
- Czernich, N. (2014). Does broadband internet reduce the unemployment rate? Evidence for Germany. *Information Economics and Policy*, 29, 32-45.
- Deller, S., Whitacre, B. (2019). Broadband's relationship to rural housing values. *Papers in Regional Science*, 98(5), 2135-2156.
- De Stefano, T., Kneller, R., Timmis, J. (2014). The (fuzzy) digital divide: The effect of broadband internet use on UK firm performance. *University of Nottingham Discussion Papers in Economics*, 14(06), 58-69.
- Fabling, R., Grimes, A. (2016). Picking up speed: Does ultrafast broadband increase firm productivity? Motu Economic and Public Policy Research.
- Fabritz, N. (2013). *The impact of broadband on economic activity in rural areas: evidence from German municipalities* (No. 166). Ifo Working Paper.
- Fabritz, N., Falck, O. (2013). Investment in broadband infrastructure under local deregulation: Evidence from the UK broadband market. No 4277, CESifo Working Paper Series from CESifo.

- Ford, G. S., Koutsky, T. M. (2005). Broadband and economic development: A municipal case study from Florida. In *Review of Urban & Regional Development Studies: Journal of the Applied Regional Science Conference* (Vol. 17, No. 3, pp. 216-229). Melbourne, Australia: Blackwell Publishing Asia.
- Ford, G. S. (2018). Is faster better? Quantifying the relationship between broadband speed and economic growth. *Telecommunications Policy*, 42(9), 766-777.
- Forman, C., Goldfarb, A., Greenstein, S. (2012). The Internet and local wages: A puzzle. *American Economic Review*, 102(1), 556-75.
- Grimes, A., Ren, C., Stevens, P. (2012). The need for speed: impacts of internet connectivity on firm productivity. *Journal of Productivity Analysis*, 37(2), 187-201.
- 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.
- Gruber, H., Hätönen, J., Koutroumpis, P. (2013). Broadband access in the EU: An assessment of future economic growth. ITS Conference at EIU Florence October 2013.
- Haller, S. A., Lyons, S. (2015). Broadband adoption and firm productivity: evidence from Irish manufacturing firms. *Telecommunications Policy*, 39(1), 1-13.
- Hasbi, M. (2017). Impact of very high-speed broadband on local economic growth: Empirical evidence. 14th Asia-Pacific Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24th-27th June, 2017, International Telecommunications Society (ITS), Calgary.
- Hasbi, M. (2020). Impact of very high-speed broadband on company creation and entrepreneurship: Empirical Evidence. *Telecommunications Policy*, 101873.
- Hayes, R. (2011) Valuing Broadband Benefits: A selective report on issues and options, Melbourne Business School The University of Melbourne.
- Houngbonon, G. V., Liang, J. (2017). Broadband Internet and Income Inequality, hal (archives ouvertes)-01653815f.
- Huang, T. L., Orazem, P. F., Wohlgemuth, D. (2002). Rural population growth, 1950–1990: the roles of human capital, industry structure, and government policy. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(3), 615-627.
- 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.
- Jayakar, K., Park, E. A. (2013). Broadband availability and employment: An analysis of county-level data from the National Broadband Map. *Journal of Information Policy*, 3, 181-200.
- Johnson, K. M. (2011). The continuing incidence of natural decrease in American counties. *Rural Sociology*, 76(1), 74-100.

- Kandilov, I. T., Renkow, M. (2010). Infrastructure investment and rural economic development: An evaluation of USDA's broadband loan program. *Growth and Change*, 41(2), 165-191.
- Kim, Y., Orazem, P. F. (2016). Broadband internet and new firm location decisions in rural areas. *American Journal of Agricultural Economics*, aaw082.
- Kolko, J. (2012). Broadband and local growth. *Journal of Urban Economics*, 71(1), 100-113.
- Koutroumpis, P. (2019). The economic impact of broadband: Evidence from OECD countries. *Technological Forecasting & Social Change*, 148, 119719.
- Lehr, W. H., Osorio, C., Gillett, S. E., Sirbu, M. A. (2006). Measuring broadband's economic impact. Working Paper.
- Lobo, B. J., Alam, M. R., Whitacre, B. E. (2020). Broadband speed and unemployment rates: Data and measurement issues. *Telecommunications Policy*, 44(1), 101829.
- Mack, E. A. (2014). Businesses and the need for speed: The impact of broadband speed on business presence. *Telematics and Informatics*, 31(4), 617-627.
- Mack, E. A., Rey, S. J. (2014). An econometric approach for evaluating the linkages between broadband and knowledge intensive firms. *Telecommunications Policy*, 38(1), 105-118.
- Mahasuweerachai, P., Whitacre, B. E., Shideler, D. W. (2010). Does broadband access impact migration in America? Examining differences between rural and urban areas. *Review of Regional Studies*, 40(1), 5-26.
- McCoy, D., Lyons, S., Morgenroth, E., Palcic, D., Allen, L. (2018). The impact of broadband and other infrastructure on the location of new business establishments. *Journal of regional science*, 58(3), 509-534.
- Molnar, G., Savage, S. J., Sicker, D. C. (2015). Reevaluating the broadband bonus: Evidence from neighborhood access to fiber and United States housing prices. *Fiber to the Home Council Americas*. http://www.lightwaveonline.com/content/dam/lw/documents/FTTH_Report_06_26_2015.pdf.
- Nardotto, M., Valletti, T., Verboven, F. (2015). Unbundling the incumbent: Evidence from UK broadband. *Journal of the European Economic Association*, 13(2), 330-362.
- Qiang, C., Rossotto, C. M., Kimura, K. (2009). "Economic Impacts of Broadband", in The World Bank (2009). *Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*. Washington, DC: The World Bank.
- SAIT (2015). Manual del Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport. Generalitat de Catalunya - Departament de Territori i Sostenibilitat - DGIMT. http://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/documentacio/territori_mobilitat/carreteres/documentacio_tecnica/manual_SAIT_2015.pdf.
- Shideler, D., Badasyan, N., Taylor, Laura (2007). The economic impact of broadband deployment in Kentucky. TPRC.
- Shideler, D., Badasyan, N. (2012). Broadband impact on small business growth in Kentucky. *Journal of Small Business and Enterprise Development*.

- Sosa, D. (2014). Early Evidence Suggests Gigabit Broadband Drives GDP. *Analysis Group*.
- Stockinger, B. (2017). *The effect of broadband internet on establishments' employment growth: evidence from Germany* (No. 19/2017). IAB-Discussion Paper.
- Whitacre, B., Brooks, L. (2014). Do broadband adoption rates impact a community's health?. *Behaviour & Information Technology*, 33(7), 767-779.
- Whitacre, B., Gallardo, R., Strover, S. (2014a). Broadband's contribution to economic growth in rural areas: Moving towards a causal relationship. *Telecommunications Policy*, 38(11), 1011-1023.
- Whitacre, B., Gallardo, R., Strover, S. (2014b). Does rural broadband impact jobs and income? Evidence from spatial and first-differenced regressions. *The Annals of Regional Science*, 53(3), 649-670.
- Whitacre, B. E., Alam, M. R., Lobo, B. J. (2018). Econometric error nullifies finding of the impact of broadband speed on county-level employment. *Information Economics and Policy*, 44, 58-60.

Annexos

Annex 1

Llistat d'operadors que reporten dades de
cobertura al Ministeri

Operadors d'FTTH que reporten la cobertura dels seus serveis al Ministeri

Tecnologia operador de telecomunicació >= 100.000 UIs cobertes (per ordre alfabètic)

ADAMO TELECOM IBERIA, SAU
GRUPO AVATEL TELECOM (AVATEL & WIKIKER TELECOM, SL, i TV HORADADA MULTIMEDIA, SL)
Grupo EUSKALTEL (EUSKALTEL, SA, i R CABLE Y TELECABLE TELECOMUNICACIONES, SAU)
LYNTIA NETWORKS, SAU
GRUPO MASMOVIL (MASMOVIL BROADBAND, SAU, i EMBOU NUEVAS TECNOLOGÍAS, SLU)
ORANGE ESPAÑA COMUNICACIONES FIJAS, SLU
PROCONO, SA
TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SAU
TELEVISIÓN POR CABLE SANTA POLA, SL
VODAFONE ESPAÑA, SAU

Operador de telecomunicació < 100.000 UIs cobertes (per ordre alfabètic)

ACACIO SERVICIOS TELEMÁTICOS, SLU
ACCESSCABLE, SLU
ACERKO TELECOM, SL i
ADURIZ ENERGÍA, SLU
AGO TELECOM, SL
AIR WIFI, SL
ALBACETE SISTEMAS Y SERVICIOS, SL
ALJARAFE TELECOM MULTIMEDIA INNOVATION, SL
ALMA TELECOM, SL
ALSET SERVICIOS, SLU
ALTASIS TELECOM, SL
ALTERCOM-21, SL
ANGEL MIRANDA LOZANO (MORATALLA TV) i
ANTENAS CARTHAGOSAT, SL
ANTENAS Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES, SL
ANTISA TELECOM, SC
ANTONIO BORREGO PINEDA (TEDISA CABLE)
APFUTURA INTERNACIONAL SOLUCIONES, SL
AREA WIFI TELECOM, SL
ATALAYA TELEVISIÓN, SL
AUREA ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES, SLU
AZURITA SYSTEM, SL
BORECOM NETWORKS, SLU
CABLE AIREWORLD, SAU
CABLE ALBUDEITE, SL
CABLEMEL, SL
CABLEMURCIA, SLU
CABLEOPTIC COMUNICACIONES, SL
CABLEUNIÓN MEDIA, SLU

CABLEWORLD, SL
CAMPIÑA DIGITAL, SL
CANAL 2000 LA SOLANA, SL
CANAL LOCAL VEO TV, SL (TV ALAMEDA)
CAST-TELECOM, SLU
CECSA TELECOM, SLU
CINCANETWORKS, SL (PIRINEOS TELECOM)
CLIKO OPERA, SL i
CLOUDWIFI, SL
COMPANYIA PIRENAICA DE TELECOMUNICACIONES CADÍ, SL
COMUNICACIÓ GUADIATO, SL (TV VILLAVICIOSA)
COMUNICACIONES OPTICAS WADITEL, SL
COMUNICACIONES RONDA, SL
CONNECTA-3 TELECOM, SL
CONRED COMUNICACIONES, SL i
CREVISIÓN, SA
DEL-INTERNET TELECOM, SL
DISEÑADORES INFORMATICOS Y TECNOLOGICOS, SL
DRAGONET COMUNICACIONES, SL
ELECTRA ALTO MIÑO COMERCIALIZADORA DE ENERGÍA, SLU
ELECTRA CONILENSE, SLU
ELÉCTRICA NUESTRA SEÑORA DE GRACIA, SCCV
ELÉCTRICA SOLLERENSE, SAU
ELECTRO IMTEL PINEDA, SL
ELECTRÓNICA MARTÍNEZ DE CARTAGENA, SL
ELECTROVIDEO UTRERA, SA
ELECTROVIDEO VÉLEZ, SA
ENSINCA NETWORKS, SL
EOSA ENERGÍA, SL
E-PHOS DIGITAL, SLU
EPROSUR, SL
ERNESTO LAHOZ LÓPEZ (AIREON)
ESYCOR, SA
EXTREMEÑA DE COMUNICACIONES POR CABLE, SL (CABLEX)
FIBRA 365 PDA, SL
FIBRA A LA PORTA, SL
FIBRA MEDIOS TELECOM, SL
FIBRA ÓPTICA CENTELLES, SL
FIBRA ÓPTICA MÁLAGA, SL
FIBRA SEVILLA, SLU i
FIBRALINE SLU
FIBRAMED NETWORKS, SL
FIBRANET TELECOMUNICACIONES, SL
FIBRATOWN, SLU
FIBREKABLE TELECOM, SL i
GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS DE TELECOMUNICACIONES DEL PRINCIPADO DE

ASTURIAS, SA (GITPA)
GLOBE OPERATOR TELECOM, SL
GPON LINEA, SL
GRUPO EMPRESARIAL PELUCHE, SLU (ALBAVISIÓN TV)
HELLÍN FIBRA TELECOM 2016, SL
HICAMOR TV, SLU
IGUANA COMUNICACIONES, SL
IK CONECTA, SL
ILORCI TV, SL
IMPORTELEVIDEO, SA (TV CEHEGIN)
INDALECCIUS BROADCASTING, SL
INFORMÁTICA FUENTEALBILLA, SL
INFOTELECOM NETWORKS, SL
INNOVASUR INFRAESTRUCTURAS, SAU
INPECUARIAS FIBRA, SLU
INSTALACIONES Y SERVICIOS MOWITEL, SL
INSTAL·LACIONES DEL SOLSONÈS, SL
INTERFIBRA TELECOMUNICACIONES, SL
IPV6 INFORMÁTICA, SL i
ISP HECANET, SLU i
JEYCA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, SL
JOSÉ LAGO ÁLVAREZ (TV LAGO)
JOSÉ LEÓN ÁLVAREZ (CABLEVISIÓN GUADALQUIVIR)
KEYFIBRE NETWORK COMPONENTS, SL
KTV SNS, SL
LA CALA FIBRA, SL
LA SENIA CABLE, SL
LABORATORIO DE ELECTRONICA Y SEGURIDAD, SL
LEBRIJA TV, SL i
LECRIN TELEVISIÓN, SLU
LORCA TV SOL, SL
MAGTEL COMUNICACIONES AVANZADAS, SL
MANUEL CARRASCOSA LEÓN (TV CASARICHE)
MARKETING Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, SL
MEDINA GARVEY SERVICIOS INTEGRALES, SLU (MEDINANET)
MOVIMIENTO TELEVISIVO, SA
NETLLAR, SL
NIXUS NETWORKS, SL
NOVATEL DIGITAL, SL
NUBIP TALK, SLU i
OESTE DIGITAL, SL
OLIVENET NETWORK, SLU
OLVERA CA. TV, SOCIEDAD COOPERATIVA ANDALUZA
ONLYCABLE COMUNICACIONES, SL
ONLYCABLE FIBRA, SLU
ONLYCABLE, SLU

ON'TITEL, SL
OPERADORA IBÉRICA DE REDES Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, SLU
ORGANISMO AUTÓNOMO GESTOR DE LA RED DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TELEVISION
POR CABLE DEL AYUNTAMIENTO DE MEQUINENZA (CABLEVISIÓN) i
PASTORINI TELEDISTRIBUCIÓN, SL
PRODUCCIONES VIDEOGRÁFICAS CARTEYANAS, SL (PROVICAR)
PROMOCIÓN ECONÓMICA DE ERMUA, SA
RADIOCABLE INGENIEROS, SL
RED DIGITAL DE TELECOMUNICACIONES DE LAS ISLAS BALEARES, SL
REDES ÓPTICAS SALMANTINAS, SL
REDFIBRA COMUNICACIONES, SL
REDIMER COMUNICACIONES, SL
REN'TEL WIFI, SL
RJK MULTIMEDIA SHOP, SLU
RUSCABLE, SL
SANGANET TELECOMUNICACIONES, SL (Habland)
SANTIAGO PONCE MENA (INFOANDEVALO)
SAT TV PLUS, SL i
SCAN SAT NETWORK, SL
SCHEIDIA INGENIERIA, SL
SEROSENSE TELECOM, SLU
SERVICIOS INFORMATICOS Y MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO, SL
SERVICIOS Y SISTEMAS INFORMÁTICOS LOS PALACIOS, SLU i
SISTEC TELECOM, SL
SISTEMAS INFORMÁTICOS Y SERVICIOS DE INTERNET FUENLAN, SL i
SNELL ANDEVALO, SL
SNELL CAMPIÑA, SL
SNELL CUENCA MINERA, SL
SNELL SIERRA, SL
SOCIEDAD COOPERATIVA ANDALUZA "LEÓN DEL MORAL"
SOLUCIONES CORPORATIVAS IP, SLU
SUIS BOGA TELECOM, SL
T-92, SL
TECNOCOLOR TT TELECOMUNICACIONES, SL
TELE CONDADO, SL
TELE RED, SA
TELEALCALÁ, SL
TELE-ALHAMA, SL
TELEBAENA, SLU
TELECABLE ALMONTE, SL
TELECABLE ANDALUCÍA COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA, SL
TELECABLE CARTAYA, SL i
TELECABLE INVERSIONES, SL
TELECABLE JUMILLA, SL
TELECABLE MURCIA, SL
TELECANAL 2 BLANCA, SL

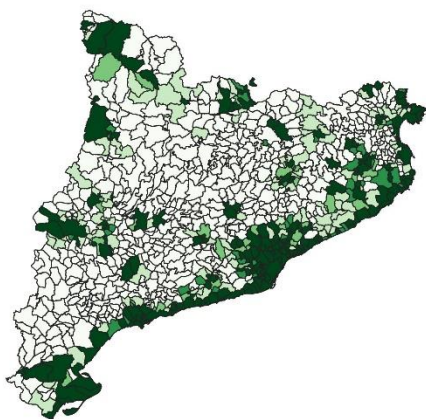
TELECARAVACA, SL
TELECOLOR COX, CB i
TELECOMUNICACIONES CALASPARRA, SL
TELECOMUNICACIONES INNOVADORAS Y MEDIOS AUDIOVISUALES, SL
TELECOMUNICACIONES PUBLICAS ANDALUZAS, SL
TELECOMUNICACIONES VALLE DEL ALMANZORA, SL
TELEDISTRIBUCIÓN TOTANA, SL
TELE-ELDA, SA
TELEFIBRA HUELVA, SL i
TELEPALMA, SL i
TELEPORTE, SL
TELE-SATÉLITE DE MAZARRÓN, SL
TELEVISIÓN BENEJÚZAR, SL
TELEVISIÓN COSTABLANCA, SL
TELEVISIÓN PILAS, SL
TELEVISIÓN TRUJILLO, SL
TELFY TELECOM, SL
TELPLAY, SL
TM DIGITAL GRANADA, SL
TOMELLOSO BEST SERVICE, SL
TRIPLE A FIBRA, SL
TRIUNFO TELECOMUNICACIONES, SL
TV LOJA COMUNICACIONES, SL (VIVAFIBRA TELECOMUNICACIONES, SL)
TVC PINOS PUENTE, SL
TVT TECNICENTRO, SL
UNIÓN DE REDES DE FIBRA ÓPTICA, SL
VEGACOM INTERNET SERVICES, SL i
VELEVI, SA
VICTORIANO CASTILLO ROPERO (TV TAPIA)
VIDEOLUC, SA
VIDEOSUR TELECOM, SL i
VILLAFIBRA TELECOMUNICACIONES, SL
VIRSON COMUNICACIONES, SL
VISO-VISIÓN, SL
VOZPLUS TELECOMUNICACIONES, SL
WGR TELECOMUNICACIONES VALLE DE LOS PEDROCHES, SL
WIFI CONECTA, SL
WIFI LA VALL, SL
WIFI MADRIGUERAS, SLU (Wimad)
WIFIBALEARES, SL
WIFIBYTES, SL
WIFINITY GLOBAL NETWORK, SL
WIVA TELECOM, SL
XARXES DE L'EBRE INTERNET I COMUNICACIONS, SL
XARXES DE TELECOMUNICACIONS ALTERNATIVES, SL
ZIMAGEN, SL

ZONA ENERGÍA, SL

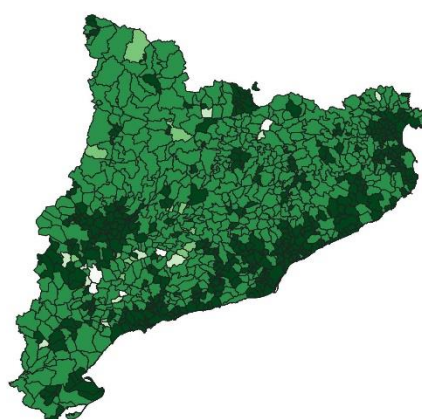
Annex 2

Comparació cobertures 2015 vs. 2019 d'altres
tecnologies

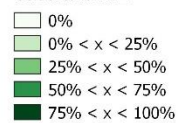
2015



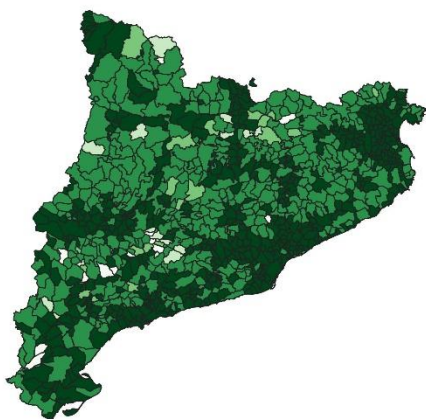
2019



Cobertura LTE



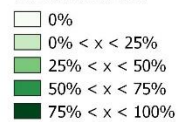
2015

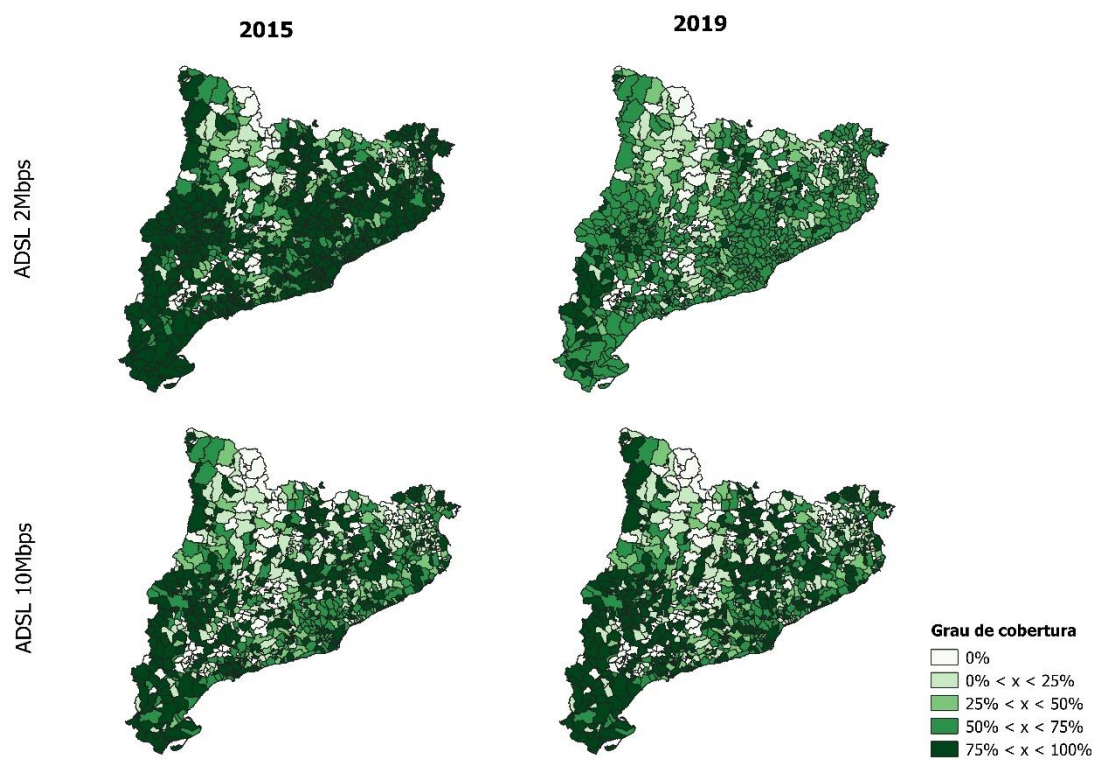
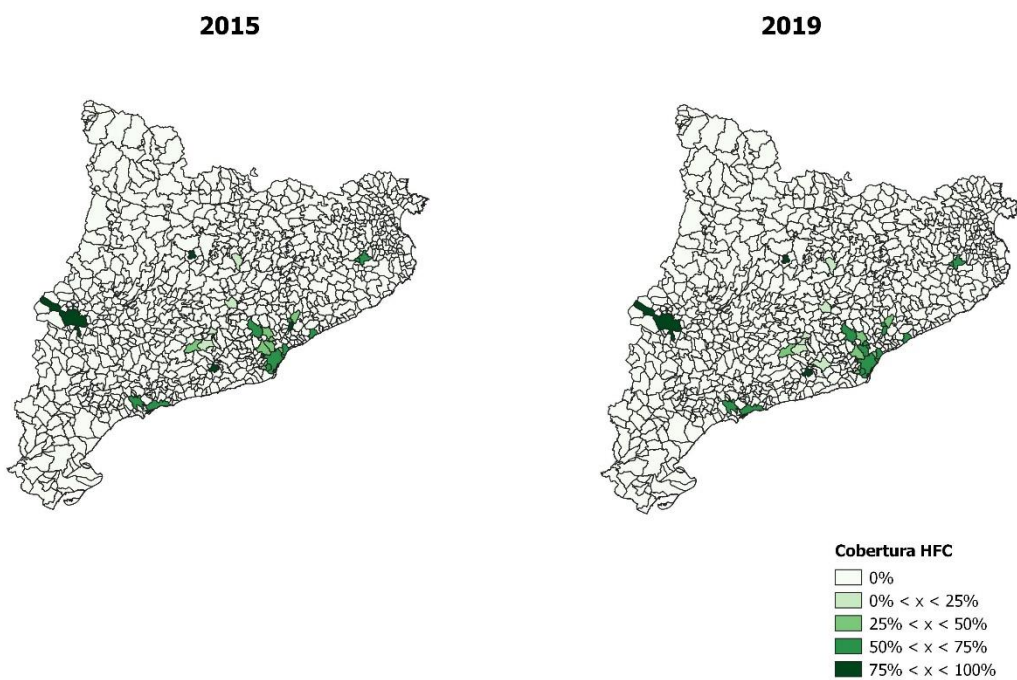


2019

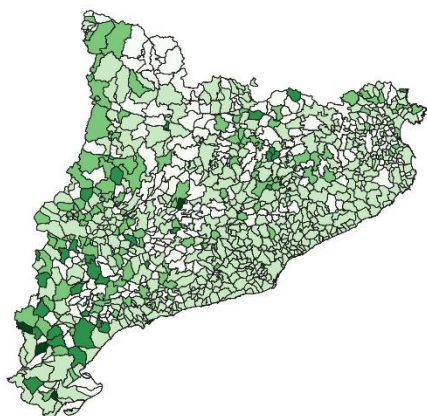


Cobertura HSPA

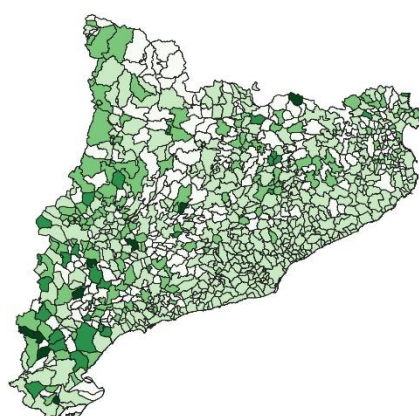




2015



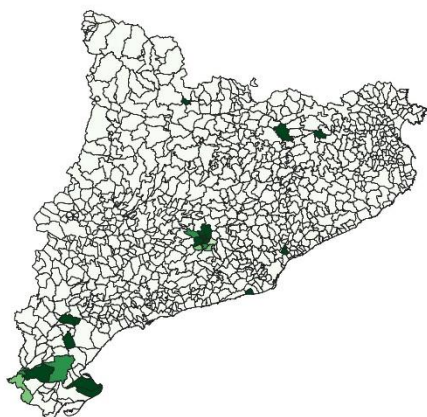
2019



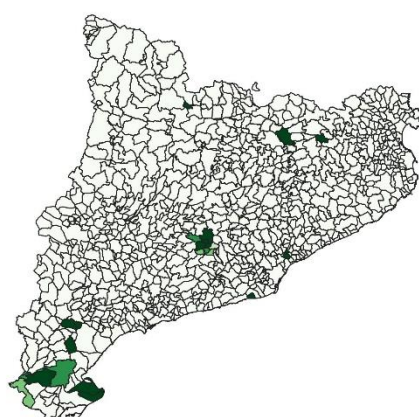
Cobertura VDSL

- 0%
- 0% < x < 25%
- 25% < x < 50%
- 50% < x < 75%
- 75% < x < 100%

2016



2019



Cobertura xarxes inalàmbriques (>30Mbps)

- 0%
- 0% < x < 25%
- 25% < x < 50%
- 50% < x < 75%
- 75% < x < 100%

Annex 3

Relació d'operadors clients de Xarxa Oberta de Catalunya segons nombre de serveis contractats

Font: Xarxa Oberta de Catalunya

Operadors	Recompte de codi servei
Total general	672
VODAFONE	164
ORANGE	101
ADAMO	78
ANXANET	34
TRADIA	20
GUIFINET	19
APFUTURA	17
E-PORTS	17
KOUTEN	12
COLT	10
IGUANA	8
OVERON	8
XTA.CAT	8
AUGUTE	7
ACERKO	6
E-PHOS	6
EURONA	6
AIRE NETWORKS	5
ALTANETICA	5
BITNAP	5
GLOBALCAT	5
ILIMIT	5
MESWIFI	5
TELECOMUNICACIONS GARROTXA	5
ANDORRA TELECOM	4
ASPWIFI	4
EBRECOM	4
LYNTIA NETWORKS	4
MEDIAPRO CLOUD	4
QNECTA	4
VOLA	4
ALTECOM	3
ALTERCOM21	3
BT	3
CLARANET	3
FITEL NETWORK	3
GURBTEC	3
INTERROUTE	3
MASMOVIL	3
NETLLAR	3
NEXICA	3
NXT TELECOM	3

ORVIS360	3
VERIZON	3
WIFINN	3
ADAM	2
DIPUTACIÓ DE TARRAGONA	2
EPIC TELECOM	2
ESTABANELL ENERGIA	2
INDALECCIUS	2
MINORISA	2
NLAIRE	2
QUOPIAM	2
VODAFONE ONO	2
9QUALITY	1
ASINTEL	1
BONÀREA AGRUPA	1
CADÍ TELECOM	1
CINGLES COMUNICACIONS	1
DINACLOUD	1
GIROWIMAX	1
GTD	1
GUARICO CONSTRUMAT	1
GX FIBRA	1
ID GRUP	1
IDETSA	1
INFORMÀTICA RÀPITA	1
INFORMATICS	1
MASQUEFA IMPULSA	1
NEXTRET	1
NIMBUS TELECOM	1
NOVARED	1
ONWORK	1
ORANGE ESPAGNE (N/A)	1
PRISCO ELECTRÒNICA	1
SEROSENSE TELECOM	1
SIECOM	1
SIKARRA	1
STE	1
SW HOSTING	1
XTEL	1
ZERTIA	1

Annex 4

Resum dels articles científics revisats

Literatura acadèmica

Referència (cita)	País	Unitat d'anàlisi	Període	Mètode d'estimació
Lobo et al. (2020)	Estats Units (estat de Tennessee)	Comtat (county)	2011-2015	Two-way fixed effects or DiD model Model de dades de panell amb efectes fixos per comtat i any
Hasbi (2020)	França	Municipis (≥ 2.000 habitants; 4.935 municipis)	2010-2015	-Poisson -Binomial negativa
Briglauer et al. (2019)	Alemanya (estat de Baviera)	Municipis (1.885 municipis, dels quals 1.129 han rebut l'ajuda)	2010-2014	DiD (matched) -Tractament: municipis rurals que han rebut l'ajuda estatal (2010-2011) per a l'actualització de la velocitat de banda ampla
Deller i Whitacre (2019)	Estats Units	Comtats (counties) no metropolitanos (zones rurals remotes)	2016	WOLS, W2SLS i W3SLS
Canzian et al. (2019)	Itàlia (província de Trento)	Municipis i firm-level	2008-2012	DiD (efectes fixos per municipi i any)
Bourreau et al. (2018)	França	Municipis (36.104 de l'àrea metropolitana)	2010-2014	-Logit ordenat (amb efectes aleatoris i sense)
Ford (2018)	Estats Units	Comtat (county)	2013-2015	WLS (mínims quadrats ponderats) -Grup tractat=comtats amb banda ampla d'alta velocitat (25 Mbps); Grup control=baixa (10 Mbps)
Dickes et al. (2018)	Estats Units (estat de Carolina del Sud)	Comtat (county)	2012	Model lineal generalitzat (GLM) amb distribució binomial i regressió logística
McCoy et al. (2017)	Irlanda	Electoral Divisions	2002-2011	Binomial negativa (efectes fixos per àrea i temps)
Ahlfeldt et al. (2017)	Regne Unit	Nodes locals	1995-2010	Boundary discontinuity
Kim i Orazem (2017)	Estats Units (estats de Carolina del Nord i Iowa)	Comtat (county)	1990-1992 2000-2002 1999-2001 (període contrafactual)	Logit condicional
Houngbonon i Liang (2017)	França	Municipis (≥ 2.000 habitants)	2009-2013	-OLS -Wald DiD
Stockinger (2017)	Alemanya	Municipis	2005-2009	-OLS -Variables instrumentals
Hasbi (2017, 2020)	França	Municipis (≥ 2.000 habitants)	2010-2015	-Panell de dades amb efectes fixos per temps i municipi -Matching -DiD

Bai (2017)	Estats Units	Comtat (county)	2011-2014	Primeres diferències
Fabling i Grimes (2016)	Nova Zelanda	Area Units (AUs)-Firm-level	2010-2012	Variables instrumentals
Sosa (2015)	Estats Units	Community level (cities)	2011-2012	Dades de panell (efectes fixos)
Akerman et al. (2015)	Noruega	Firm level	2000-2008	-Intent to treat -OLS -Variables instrumentals
Haller et al. (2015)	Irlanda	Electoral Divisions (ED): Firm Level	2002-2009	2SLS
Ivus i Boland (2015)	Canadà	Communities/municipis (4.344 comunitats que representen 76 regions econòmiques)	1997-2011	Variables instrumentals
Nardotto et al. (2015)	Regne Unit	Local Exchange (LE). Línies distribuïdes localment	2005-2009	Probit binari
Molnar et al. (2015)	Estats Units	Comtats (counties)	2011-2013	-OLS -DiD
De Stefano et al. (2014)	Regne Unit (ciutat de Kingston-upon-Hull)	Ciutat de Kingston-upon-Hull (Local Exchange (LE))	2000-2004	- OLS - Fuzzy regression discontinuity approach
Mack i Rey (2014)	Estats Units	54 àrees metropolitanes (zip code level)	2004	-OLS -2SLS
Mack (2014)	Estats Units (Ohio)	Census tract (CT)	2010	-OLS -Models espacials
Whitacre et al. (2014a)	Estats Units	Comtats (counties)	2001-2010	Propensity score matching
Whitacre et al. (2014b)	Estats Units	Comtats (counties)	2008-2011	Regressions espacials i primeres diferències
Czernich (2014)	Alemanya	Municipis	2002-2006	Equacions de regressió dinàmica estimades per: -OLS -Variables instrumentals
Jayakar i Park (2013)	Estats Units	Comtats (counties)	2008-2011	Regressió lineal múltiple
Bertschek et al. (2013)	Alemanya	Firm-level	2001-2003	-Variables instrumentals per a la productivitat laboral. -Probit per a la innovació
Whitacre i Brooks (2013)	Estats Units	Comtats (counties) 92 àrees macro/micropolitanes	2002-2009	Primeres diferències (OLS)
Fabritz i Falk (2013)	Regne Unit	Local Exchange (LE). Línies distribuïdes localment	2007-2012	Primeres diferències
Fabritz (2013)	Alemanya (occidental)	Municipis (8.460 municipis)	2005-2009	OLS (efectes fixos per municipi i temps)
Atasoy (2013)	Estats Units	Comtats (counties)	1999-2007	OLS (efectes fixos per comtat i temps)

Shideler i Badasyan (2012)	Estats Units (estat de Kentucky)	Comtats (counties)	2003-2005	Regressió lineal
Grimes (2012)	Nova Zelanda	Firm level (survey)	2006	-Propensity score matching -Variables instrumentals
Kolko (2012)	Estats Units	Comtats (counties)	1999-2006	OLS
Forman (2012)	Estats Units	Comtats (counties)	1995-2000	Variables instrumentals
Mahasuweerachai et al. (2010)	Estats Units	Comtats (counties)	2000-2006	-Regressió espacial (OLS) -Logit
Kandilov i Renkow (2010)	Estats Units	Comtats (counties)	1994-2007	-DiD (efectes fixos per comtat i any) - Nearest neighbor propensity score matching
Shideler et al. (2007)	Estats Units (Kentucky)	Comtats (counties)	2003-2005	Mínims quadrats generalitzats (MQG)
Lehr et al. (2006) Nota: és el mateix paper que Gillett et al. (2006)	Estats Units	Comtats (counties)	1998-2002	Propensity Score Matching
Ford i Koutsky (2005)	Estats Units (estat de Florida)	Comtats (counties)	1998-2004	Seemingly Unrelated Regressions
Grubestic i Murray (2004)	Estats Units	Comtats (counties)	Desembre 1999-juny 2001	OLS



Observatori
d'anàlisi i avaluació
de polítiques públiques