

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Implicancias de la Competencia en la Calidad del Servicio de
Internet Fijo Residencial en el Perú: Un Análisis Departamental,
2015-2023.

Tesis para obtener el grado académico de Maestra en
Economía que presenta:

Mayra Sara Chavez Cruz

Asesor:

José Abraham Tavera Colugna

Lima, 2025


Informe de Similitud

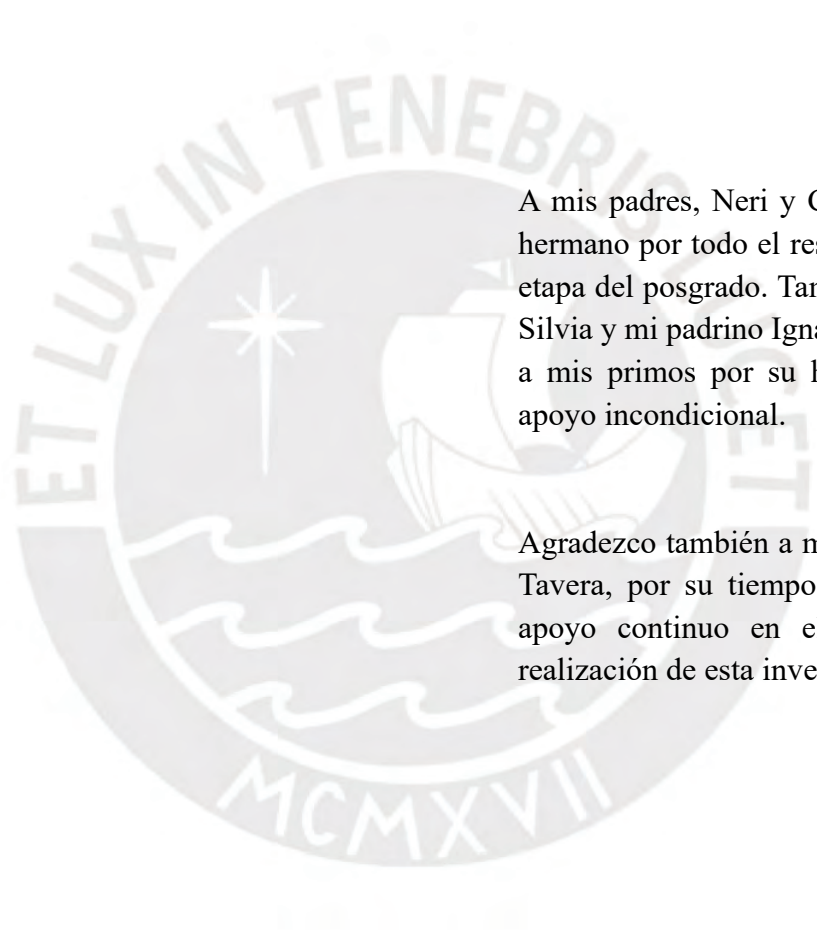
Yo, José Abraham Tavera Colugna, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado Implicancias de la Competencia en la Calidad del Servicio de Internet Fijo Residencial en el Perú: Un Análisis Departamental, 2015-2023, de la autora Mayra Sara Chavez Cruz, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 9%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 06/06/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 06 de junio de 2025

Apellidos y nombres del asesor: Tavera Colugna, José Abraham	
DNI: 06720564	Firma: 
ORCID: 0000-0002-8780-4719	



A mis padres, Neri y Carlos, y a mi hermano por todo el respaldo en esta etapa del posgrado. También a mi tía Silvia y mi padrino Ignacio, así como a mis primos por su hospitalidad y apoyo incondicional.

Agradezco también a mi asesor, José Tavera, por su tiempo y su valioso apoyo continuo en el proceso de realización de esta investigación.

RESUMEN

El acceso a internet se ha convertido en un pilar fundamental para impulsar el desarrollo económico y social. Sin embargo, en Perú aún persisten notables disparidades en la calidad de la conexión, especialmente en el servicio de internet fijo residencial. Con el propósito de aportar evidencia sobre este desafío, la presente tesis examina cómo la competencia de mercado influye en la calidad del servicio de internet durante el período 2015-2023, utilizando un modelo econométrico de datos de panel con efectos fijos. Para ello, se emplea la velocidad de conexión de bajada como principal indicador de calidad y se consideran variables como la concentración del mercado, otras variables demográficas y socioeconómicas, con el fin de ofrecer una visión integral del fenómeno.

La investigación utiliza bases de datos públicas como Punku y Erestel (Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones) de Osiptel (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones), y la ENAHO (Encuesta Nacional de Hogares) del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), y emplea el Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) para cuantificar la concentración. Los resultados muestran que un mayor grado de concentración (IHH más elevado) está asociado con un incremento en el porcentaje conexiones lentas y una disminución en porcentaje de las conexiones rápidas dentro del departamento, evidenciando el efecto negativo de la alta concentración en la calidad del servicio. En contraste, la presencia de más empresas en el mercado se asocia con un aumento significativo en las velocidades rápidas, lo que confirma que una mayor competencia estimula mejoras en calidad mediante inversiones estratégicas. Además, el análisis demuestra que variables como el ingreso promedio y la densidad poblacional tienen un impacto positivo en ampliar las velocidades rápidas. Estas variables sugieren que áreas con mayor poder adquisitivo y concentración de población atraen inversiones en infraestructura de calidad.

Estos hallazgos tienen implicancias importantes para la política regulatoria en telecomunicaciones. Se destaca la necesidad de medidas que promuevan la entrada de nuevos operadores, como la compartición de infraestructura pasiva, y de estrategias específicas para reducir las brechas regionales. Además, fomentar la competencia y priorizar inversiones en zonas de menor densidad poblacional podrían mejorar la calidad del servicio, impulsando el desarrollo equitativo en Perú.

Palabras Clave: Internet fijo, calidad del servicio, competencia, concentración, índice de Herfindahl-Hirschman (IHH), panel de datos de Efectos fijos.

ABSTRACT

Internet access has become a fundamental pillar for driving economic and social development. However, in Peru there are still significant disparities in connection quality, especially in fixed residential internet service. In order to provide evidence on this challenge, this thesis examines how market competition influences the quality of internet service over the 2015–2023 period, using a fixed-effects panel data econometric model. For this purpose, download speed is employed as the main indicator of quality, and factors such as market concentration, along with demographic and socioeconomic variables, are considered to offer a comprehensive view of the phenomenon.

The research draws on publicly available datasets such as Punku and Erestel (Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones) from Osiptel (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones), as well as ENAHO (Encuesta Nacional de Hogares) from INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), and uses the Herfindahl-Hirschman Index (HHI) to quantify market concentration. The findings show that a higher degree of concentration (a higher HHI) is associated with an increase in the percentage of slow connections and a decrease in the percentage of fast connections within a department, highlighting the negative impact of high concentration on service quality. In contrast, the presence of more companies in the market is associated with a significant increase in fast speeds, confirming that greater competition fosters quality improvements through strategic investments. Moreover, the analysis shows that variables such as average income and population density positively influence the expansion of fast speeds, suggesting that areas with higher purchasing power and population density attract investments in higher-quality infrastructure.

These findings have important implications for regulatory telecommunications policy. They underscore the need for measures that promote the entry of new operators—such as passive infrastructure sharing—and specific strategies to reduce regional gaps. Additionally, encouraging competition and prioritizing investments in lower-density areas could improve service quality, thereby advancing equitable development in Peru.

Keywords: Fixed broadband, service quality, competition, market concentration, Herfindahl-Hirschman Index (HHI), fixed-effects panel data.

INDICE

1. Introducción	1
2. Situación de la problemática	3
2.1. Planteamiento del problema y pregunta de investigación	3
2.2. Contribución del Estudio	10
2.3. Objetivo	12
3. Marco Teórico:	13
4. Marco Empírico	18
5. Historia del Marco Institucional referente a los servicios de internet	29
6. Hipótesis de investigación	32
7. Bases de datos y variables	35
8. Metodología	44
9. Resultados	45
10. Conclusiones	51
11. Anexos	53
12. Bibliografía	65

Índice de Tablas

Tabla 1: Operatividad de la hipótesis	33
Tabla 2: Fuentes de las variables de control	37
Tabla 3: Descripción de la variable endógena	37
Tabla 4. Estadística descriptiva de las variables exógenas	40
Tabla 5: Variables consideradas al estimar el modelo de panel de datos	44
Tabla 6: Resultados de la estimación para el rango de velocidad bajo ($BW < 30$ Mbps).....	45
Tabla 7: Resultados de la estimación para el rango de velocidad medio ($30 \text{ Mbps} \leq BW < 200$ Mbps).....	45
Tabla 8: Resultados de la estimación para el rango de velocidad alto ($200 \text{ Mbps} < BW < 1000$ Mbps).....	46
Tabla 9: Pruebas de heterocedasticidad	46
Tabla 10: Análisis de residuos	49
Tabla 11: Test de significancia global.....	50



Índice de Figuras

Figura 1: Comparativa entre redes privadas de transporte mediante fibra óptica	3
Figura 2: Velocidad promedio de descarga en el internet fijo rural (2023).....	4
Figura 3: Relación entre IHH promedio y logaritmo de densidad poblacional promedio (2015-2023).....	5
Figura 4: Relación entre IHH promedio y PBI departamental promedio (2015-2023).....	6
Figura 5: Mapa de calor del IHH por Departamento (2015-2023).....	7
Figura 6: Evolución del IHH promedio y del número de empresas a nivel Perú (2015-2023).....	8
Figura 7: Escala de Satisfacción con el servicio de internet fijo según geografía - 2022	9
Figura 8: Cadena de provisión de servicio de Internet	18
Figura 9. Porcentaje del rango de velocidad de bajada a nivel nacional (2015-2024)	38
Figura 10. Distribución de los rangos de velocidad (2015-2023).....	38



1. Introducción

La evolución del mercado de internet en Perú se remonta a la década de 1990 con la creación de la Red Científica Peruana (RCP), una asociación sin fines de lucro compuesta por ONGs y universidades. Paralelamente, el proceso de privatización en el sector de comunicaciones permitió que Telefónica adquiriera las principales compañías estatales de telecomunicaciones, introduciéndose como el principal proveedor de telefonía fija e internet. En ese sentido, la posición de dominio que detentaba Telefónica se mantuvo por muchos años como se puede observar en el anexo A. No obstante, entre 2015 y 2023, si bien las inversiones en el sector de telecomunicaciones crecieron a una tasa anual promedio del 13%, la participación de Telefónica en estas inversiones se redujo significativamente del 41.8% al 13.1% (Osiptel, 2024a).

En consecuencia, para el año 2023, tanto las empresas competidoras (Claro, Entel y Viettel) como nuevos actores (Wow, Pangeaco, IPT y Grupo Win) aumentaron su participación impulsando la expansión de la infraestructura de fibra óptica y mejorando la competencia en el mercado y las velocidades de descarga como se ve en el anexo B. En ese contexto, resulta relevante cuestionarse cuál ha sido el efecto de este cambio del nivel de competencia en la calidad ofrecida a los usuarios. En particular, porque, a pesar de la entrada de nuevos competidores y la reducción de la participación de Telefónica en las inversiones, el mercado permanece altamente concentrado. Por ello, el presente estudio se centra en analizar el impacto de la competencia en la calidad del servicio de internet fijo residencial en Perú, con énfasis en su evolución durante el período 2015-2023.

Para estimar la relación entre la calidad del servicio de internet fijo residencial y la competencia entre proveedores en Perú, nos basaremos en el modelo de Reed y Watts (2018) adaptado al caso peruano y a la disponibilidad de datos. La hipótesis principal es que la competencia en el mercado de internet fijo residencial mejora la calidad del servicio, lo cual se materializa con la reducción de la proporción de conexiones de internet fijo de rangos de velocidad bajos y el aumento de las conexiones en los rangos de velocidad superior en el Perú a nivel departamental entre 2015 y 2023. Para ello, se utilizará principalmente tres fuentes de información. En primer lugar, el Punku que es publicado por el Osiptel y muestra el consolidado de la información del sector de telecomunicaciones obtenido directamente de las empresas a través de la Norma de Requerimientos de Información Periódica. Con ello, tenemos información certera sobre los operadores y la evolución de su participación a nivel departamental para todos los años de la

muestra. En segundo lugar, se recurrirá a la Erestel para información sobre las velocidades de internet y de percepciones para estimaciones alternativas para asegurar la robustez al realizar regresiones alternativas al modelo principal. Por último, para la información demográfica y geográfica recurrimos a la ENAHO elaborada por el INEI.

En este estudio, utilizamos un modelo de datos de panel con efectos fijos porque nos permite analizar cómo los cambios en la competencia entre proveedores de internet afectan la calidad del servicio a lo largo del tiempo, controlando por factores no observados específicos de cada departamento, como características geográficas o socioeconómicas, que se mantienen constantes. Este enfoque asegura que las estimaciones no se vean sesgadas por variables omitidas que no varían en el tiempo, como la infraestructura inicial o las políticas regionales históricas. Además, al enfocarnos en las variaciones dentro de cada departamento, podemos identificar el impacto causal de la competencia en la calidad del servicio, independientemente de diferencias estructurales entre departamentos. Por último, el modelo también es robusto frente a problemas comunes en datos de panel, como la heterocedasticidad y la autocorrelación, asegurando la validez estadística de los resultados.

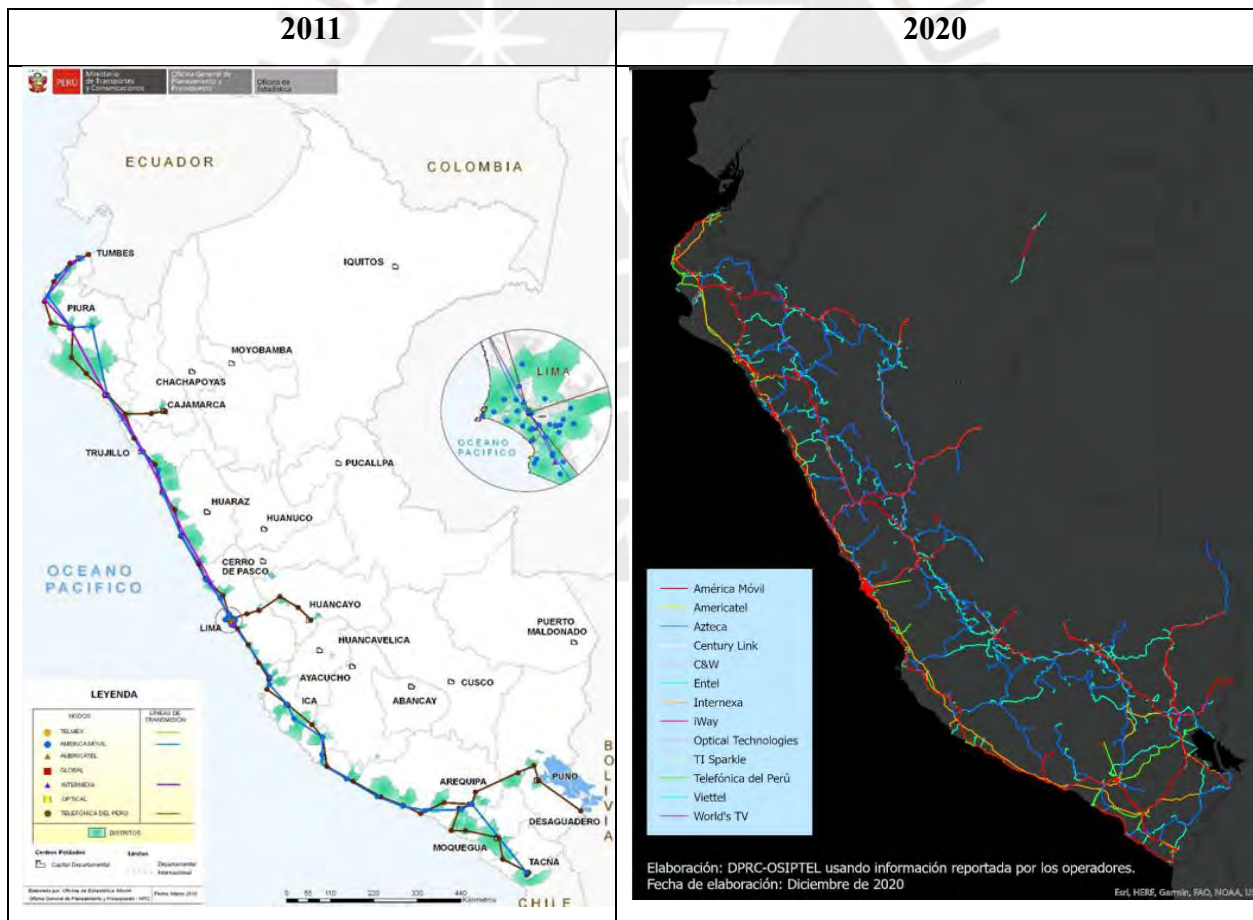
Si bien existen restricciones en cuanto a la disponibilidad y también la representatividad de los datos; particularmente a nivel distrital, los resultados de la investigación serán contrastados con un modelo económico teórico que explicará las relaciones que deben existir entre las variables. Además, en temas empíricos, se utilizarán regresiones adicionales para corroborar los resultados aún considerando estas limitantes existentes.

2. Situación de la problemática

2.1. Planteamiento del problema y pregunta de investigación

El mercado de internet fijo residencial en el Perú enfrenta una serie de desafíos en cuanto a la calidad del servicio y la estructura competitiva. Aunque la penetración de internet ha mejorado con la introducción de nuevos actores, como Claro, Entel, Viettel y otros operadores regionales, el ecosistema de interconexión sigue presentando importantes deficiencias que limitan la capacidad de mejorar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios. Según el informe de Osipitel (2024a), uno de los principales problemas es la asimetría en la infraestructura de interconexión, particularmente en la red de acceso y los puntos de intercambio locales de tráfico (por sus siglas en inglés de internet Exchange Points, IXP), lo cual genera diferencias significativas en la calidad del servicio entre las regiones del país.

Figura 1: Comparativa entre redes privadas de transporte mediante fibra óptica

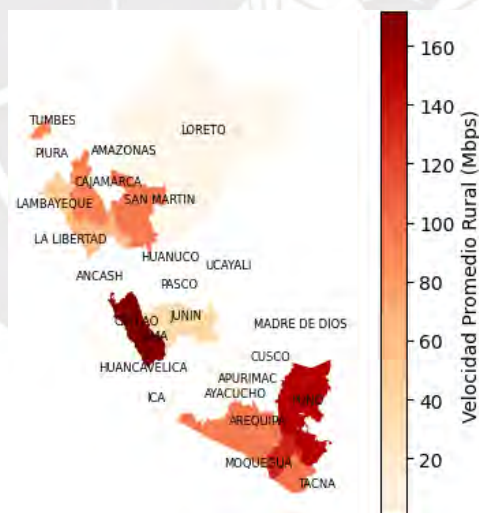


Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2011), y More y Argandoña (2020).

A nivel de conectividad internacional, si bien el Perú cuenta con cuatro cables submarinos y la capacidad de enlaces internacionales ha crecido más de cuatro veces entre 2018 y 2022, aún existe una concentración de la conectividad en Lima, lo cual crea una dependencia excesiva de un solo nodo para el tráfico de internet entrante y saliente. Esta falta de diversidad en la infraestructura crítica afecta la calidad del servicio, especialmente en términos de latencia¹ y velocidad de descarga², para las provincias más alejadas. Asimismo, la limitada cantidad de puntos de intercambio locales (dos en todo el país) y la falta de interconexión entre ellos restringen la capacidad de los proveedores de mejorar la experiencia del usuario a nivel regional.

Con ello, si bien la presión competitiva en mercados menos concentrados incentiva a los operadores a mejorar su infraestructura para ofrecer velocidades de conexión superiores y atraer más usuarios (Montenegro & Araral, 2019), en Perú esta dinámica se ve limitada. Si bien los departamentos con menor IHH han mostrado una mayor proporción de conexiones rápidas en áreas urbanas, las zonas rurales presentan un estancamiento en estas métricas aún para el año 2023 como se ve en la figura 2.

Figura 2: Velocidad promedio de descarga en el internet fijo rural (2023)



Fuente: Osiptel (2024b).

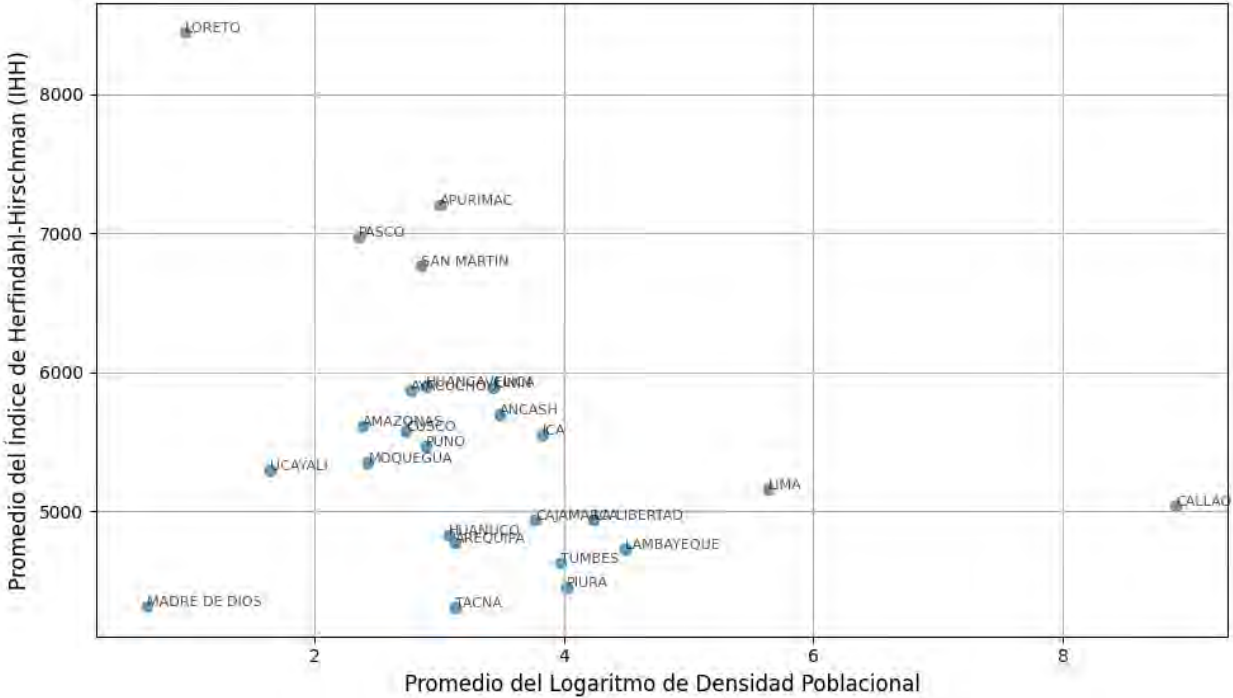
Elaboración propia.

¹ La latencia es el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde su origen hasta su destino en una red. A mayor latencia, más tardía es la respuesta y menor la fluidez de la conexión.

² Es la cantidad de datos que una conexión a internet puede recibir desde un servidor hacia un dispositivo en un periodo determinado, generalmente medida en megabits por segundo (Mbps). A mayor velocidad de descarga, más rápido se obtienen los contenidos como videos, páginas web o archivos.

La falta de coordinación entre actores clave (proveedores de servicios de internet (ISP), empresas eléctricas y municipios) genera duplicidad de esfuerzos, costos elevados y tiempos prolongados para el despliegue. Según Osiptel (2024a), el acceso a infraestructura compartida, como postes y ductos, está limitado por regulaciones poco claras y acuerdos comerciales poco eficientes. Estas barreras son especialmente gravosas en áreas rurales, donde la burocracia prolonga los tiempos de permisos hasta superar el año, comparado con los seis meses promedio en áreas urbanas. La falta de incentivos para los operadores también juega un papel crucial. Las zonas rurales, caracterizadas por menor densidad poblacional y menores ingresos promedio, no ofrecen un retorno financiero atractivo para las inversiones en infraestructura avanzada como fibra óptica. De esta manera, se hace un análisis exploratorio de estas variables:

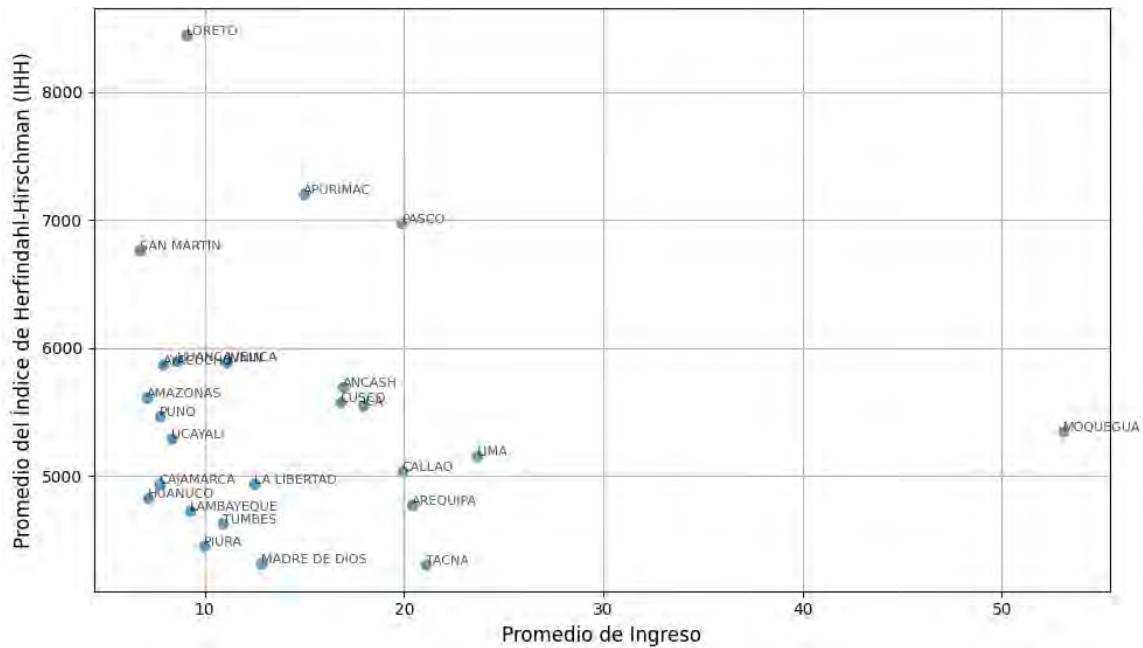
Figura 3: Relación entre IHH promedio y logaritmo de densidad poblacional promedio (2015-2023)



Fuente: Osiptel (2024b) e INEI (2024).

Elaboración propia.

Figura 4: Relación entre IHH promedio y PBI departamental promedio (2015-2023)

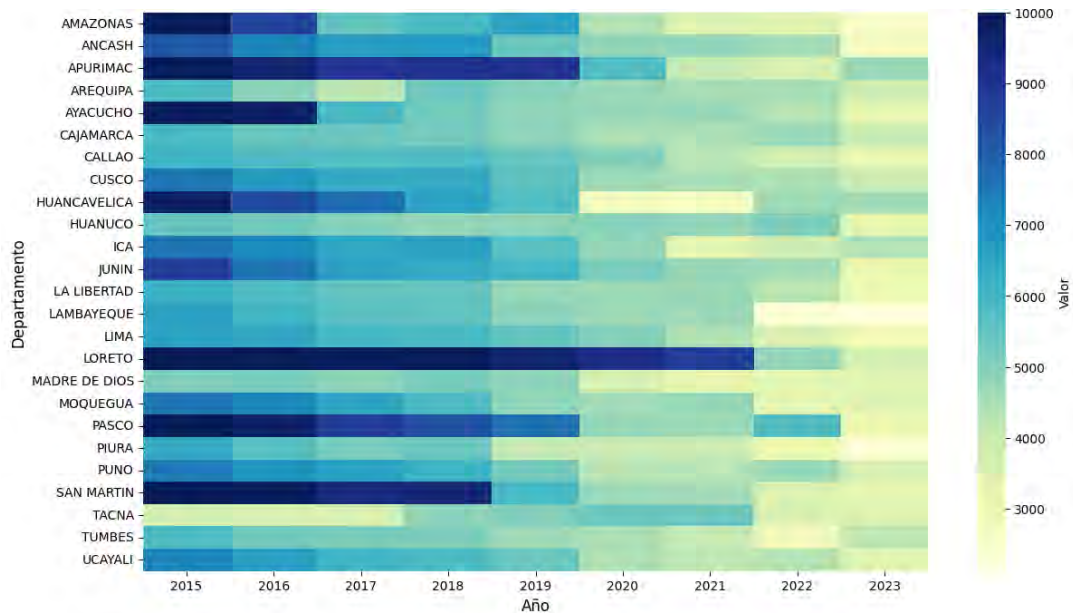


Fuente: Osiptel (2024b) e INEI (2024).

Elaboración propia.

Las Figuras 3 y 4 presentan un análisis exploratorio de la posible relación entre el IHH y variables como el logaritmo de la densidad poblacional y el ingreso promedio. Si bien algunos valores extremos, como los casos de Loreto, Moquegua o Callao, podrían influir en la distribución general de los puntos, el objetivo de estos gráficos no es establecer una relación causal o estadísticamente robusta, sino identificar patrones preliminares que permitan formular hipótesis sobre la relación entre concentración de mercado y características estructurales de los departamentos. En este sentido, los resultados deben interpretarse con cautela y como un punto de partida para análisis más rigurosos.

Figura 5: Mapa de calor del IHH por Departamento (2015-2023)



Fuente: Osiptel (2024b).

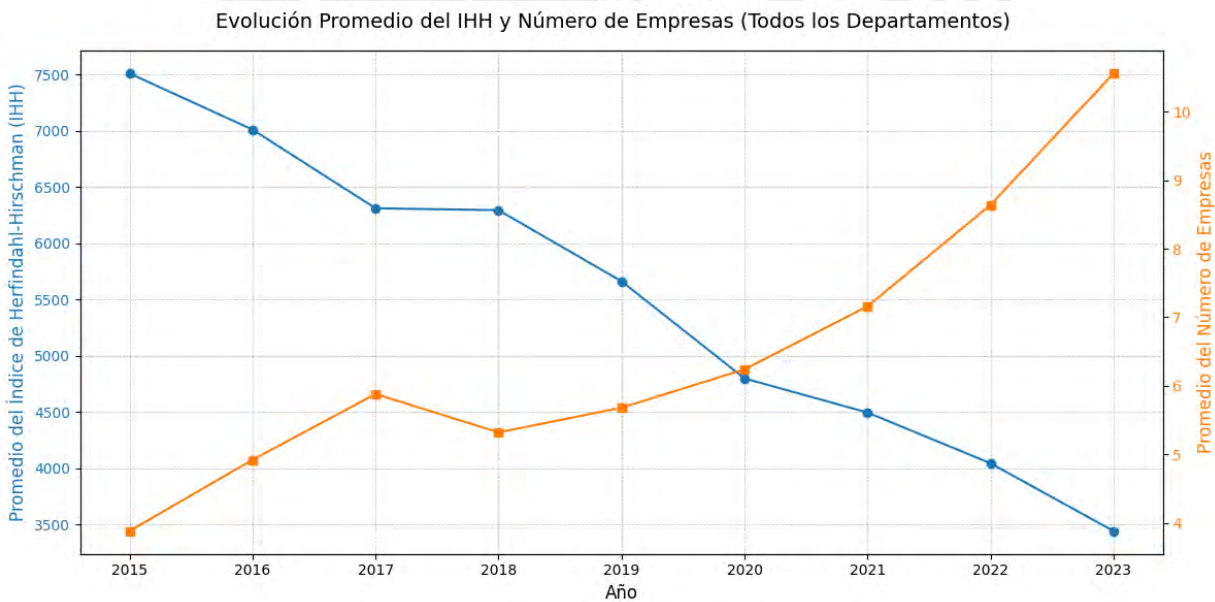
Elaboración propia.

A pesar de una tendencia decreciente en el IHH entre 2014 y 2023, los niveles de concentración permanecen elevados en muchos departamentos como se aprecia en la figura 5. Como se ve en el anexo C, existieron departamentos que iniciaron con un índice casi de 10000 (Loreto, San Martín, Pasco y Apurímac) reflejando una situación básicamente de monopolio. Si bien el índice va decreciendo, no lo hace a la velocidad que nuevas firmas entran en el mercado de manera que, por ejemplo, pueden convivir ocho competidores en un mismo mercado, pero únicamente dos de ellos concentran casi el 60% de todas las conexiones. En consecuencia, el índice no va a reducirse de manera significativa. Ello llevaría a la presunción de que el ingreso de nuevos competidores, al no tener participaciones importantes, tendría una influencia mucho menor en generar incentivos en las firmas establecidas para proveer un nivel de calidad mayor.

Se debe considerar que la estrategia de proveer mayor calidad en la literatura se ha registrado como una acción que toman las firmas establecidas ante la amenaza posible de perder demanda en el mismo segmento de calidad (Mussa y Rosen, 1978). No obstante, en los dos últimos años de la muestra si se puede observar una reducción mayor del índice debido a la entrada de dos firmas que han abarcado un gran número de conexiones de internet fijo residencial, por lo que el análisis de esta ventana temporal de nuevas entradas podría revelar dinámicas propias del mercado peruano.

En adición, este periodo también corresponde el establecimiento de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO), que desde 2016 entró en la fase de servicio portador proporcionando la capacidad necesaria para el transporte y enrutamiento en ciertas localidades. Sin embargo, el impacto de la RDNFO en la reducción de la concentración ha sido limitado, debido principalmente a su escasa utilización por parte de los operadores. Esta situación responde, entre otros factores, a una tarifa fija poco competitiva, 23 dólares por Mbps sin condiciones preferenciales por volumen o plazo, y a restricciones contractuales que desincentivaban su uso extensivo. Además, el hecho de que los principales operadores que dominan el mercado minorista también controlen parte significativa del transporte de datos (Telefónica, Claro, Entel) refuerza su posición al permitirles evitar el uso de redes neutrales como la RDNFO, manteniendo estructuras de mercado concentradas incluso en escenarios con mayor número de actores. Por lo tanto, aunque la entrada de nuevas firmas ha mostrado cierto efecto desconcentrador, esto no necesariamente se traduce en una presión competitiva suficiente para inducir mejoras en calidad por parte de los incumbentes, particularmente en regiones donde las barreras estructurales siguen siendo altas (figura 6).

Figura 6: Evolución del IHH promedio y del número de empresas a nivel Perú (2015-2023)

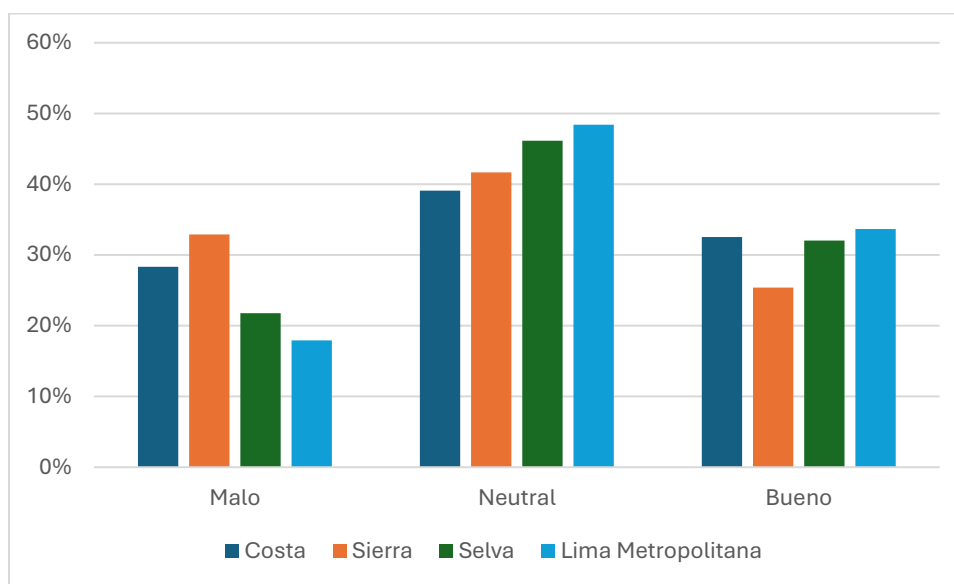


Fuente: Osiptel (2024b).

Elaboración propia.

Además, si se considera la valoración personal de los usuarios, para todas las geografías tampoco se encuentra que estén totalmente satisfecho con el servicio de internet como muestra la figura 7.

Figura 7: Escala de Satisfacción con el servicio de internet fijo según geografía - 2022



Fuente: Osiptel (2024c).

Elaboración propia.

En cuanto a la infraestructura de última milla, la implementación de redes de fibra óptica (FTTH) ha avanzado en áreas urbanas, pero el despliegue sigue siendo limitado en las zonas rurales y alejadas. Los resultados del cuestionario “Panorama del despliegue de infraestructura de fibra óptica al hogar (FTTH)” (Osiptel, 2024d) muestran que los operadores enfrentan altos costos y barreras administrativas que dificultan la expansión de la infraestructura. Además, la carencia de alternativas de interconexión para los nuevos entrantes y la falta de acceso a la información sobre rutas de conectividad y opciones de intercambio de tráfico local crean una barrera de entrada significativa para las nuevas empresas que desean operar en el mercado peruano.

Estos factores generan un ecosistema de competencia asimétrica, donde los operadores dominantes con mejor acceso a la infraestructura de interconexión (como Telefónica y Claro) pueden ofrecer un servicio de mayor calidad en ciertas áreas, mientras que los nuevos entrantes deben conformarse con una menor calidad debido a las restricciones de infraestructura y la falta de acceso a puntos de intercambio de tráfico. Por lo tanto, a pesar de la reducción en la participación de mercado de los operadores históricos y la entrada de nuevos competidores, la mejora en la calidad del servicio de internet fijo residencial no ha sido uniforme ni significativa a nivel nacional, especialmente en las regiones más alejadas de Lima.

2.2. Contribución del Estudio

El presente estudio representa una contribución significativa a la literatura económica y de políticas públicas en el ámbito de las telecomunicaciones en el Perú al abordar una problemática escasamente explorada: la relación entre la competencia en el mercado de internet fijo y la calidad del servicio ofrecido a los usuarios residenciales. La principal motivación de esta investigación radica en la necesidad de entender con mayor precisión cómo el grado de competencia existente entre proveedores impacta directamente en la calidad del servicio ofrecido a los usuarios. En el caso peruano, a pesar de la implementación de medidas orientadas a facilitar la entrada de nuevos operadores y promover una estructura de mercado más abierta, persisten importantes brechas territoriales en cuanto a la calidad del servicio de internet fijo.

La primera contribución radica en el nivel de desagregación espacial y técnica empleada para analizar la relación entre competencia y calidad del servicio de internet fijo. Si bien existe investigación previa sobre el acceso a internet y su impacto en variables de desarrollo, el análisis de cómo la calidad del servicio varía según la composición del mercado permanece limitado en el caso peruano. La mayoría de los estudios realizados por Osiptel se han centrado en el acceso en comunidades desatendidas o en estimaciones de demanda, dejando un vacío en el análisis de la calidad percibida. Este vacío responde, en parte, a limitaciones en la disponibilidad de datos desagregados. Por ejemplo, solo desde 2015 se dispone de información departamental sobre el número de conexiones de internet fijo en Punku, y aunque la Erestel incluye métricas relevantes desde 2012, presenta restricciones en cobertura y detalle. Recientemente, bases externas como la Open Data Initiative de Ookla han comenzado a aportar métricas sobre el rendimiento de la red, aunque estas también presentan limitaciones en representatividad como se explica en el anexo D. Contar con esa información para hacer un análisis detallado a nivel departamental permite capturar mejor las disparidades regionales que caracterizan al mercado peruano evidenciando que la competencia no tiene efectos homogéneos en todo el territorio. Asimismo, se incorpora un enfoque innovador en la definición y medición de calidad, utilizando la proporción de conexiones de internet por rangos de velocidad de bajada (bajo, medio y alto), lo que posibilita capturar la forma en que los operadores estructuran sus ofertas en función del segmento de mercado. Este enfoque, basado en los fundamentos teóricos de la diferenciación vertical de productos (Mussa y Rosen, 1978; Motta, 1993), permite observar si la competencia realmente incentiva el cambio hacia

velocidades más altas, entendidas como una proxy directa de calidad técnica del servicio. Este enfoque busca dilucidar si la mera presencia de nuevos actores en el mercado es suficiente para generar beneficios tangibles, más conexiones que aborden rangos de velocidad más elevados, contribuyendo así a la literatura sobre la efectividad de las políticas pro-competencia en mercados con altos niveles de concentración. En ese sentido, la investigación destaca la relevancia de reflexionar sobre cómo la estructura del mercado impacta en la calidad del servicio más allá de la cantidad de competidores.

La segunda contribución fundamental es de carácter metodológico y consiste en la evaluación conjunta del grado de competencia mediante el uso de dos indicadores complementarios: por un lado, el número de operadores activos por departamento, y por otro, el IHH, que captura la concentración efectiva del mercado. Esta doble aproximación permite diferenciar situaciones en las que existen múltiples operadores, pero el mercado sigue concentrado en uno o dos actores principales (alta concentración con aparente pluralidad), de aquellas donde realmente se distribuye el poder de mercado. La utilización de un modelo de datos panel con efectos fijos para el periodo 2015 al 2023 posibilita controlar por factores no observables constantes en el tiempo a nivel departamental, tales como las características geográficas, institucionales o históricas que podrían sesgar las estimaciones. Esta estrategia metodológica fortalece la validez de los resultados al permitir identificar asociaciones robustas entre el grado de competencia y las variaciones en la calidad del servicio. Además, al incluir variables de control como el PBI per cápita, la densidad poblacional, la composición etaria y el nivel educativo, se ofrece un análisis más completo de los factores que determinan la provisión de calidad, incorporando tanto elementos del lado de la oferta como de la demanda.

La tercera contribución de esta tesis se refiere a sus implicancias normativas y regulatorias específicas para contextos como el peruano, caracterizados por desigualdades regionales, barreras estructurales al ingreso y un legado de alta concentración en los servicios de red. Si bien en las últimas décadas se han implementado diversas iniciativas orientadas a promover la competencia (como la compartición obligatoria de infraestructura o la neutralidad de red), los resultados muestran que la sola entrada de nuevos operadores no garantiza mejoras en la calidad del servicio si no se acompañan de mecanismos que permitan a estos actores disputar activamente el mercado. La evidencia encontrada en esta investigación sugiere que la competencia efectiva, medida por una

distribución real del mercado y no solo por el número de empresas, sí tiene efectos positivos sobre la calidad, especialmente en los rangos medio y alto de velocidad. Sin embargo, este efecto se modera en entornos con menor densidad poblacional o menores ingresos, donde los incentivos económicos para invertir en calidad son reducidos. Esta observación refuerza la necesidad de diseñar políticas públicas que no solo incentiven la entrada, sino que promuevan condiciones estructurales que faciliten la inversión en zonas rezagadas, por ejemplo, mediante subsidios dirigidos, esquemas de coinversión, u obligaciones de cobertura mínima asociadas a licencias. Principalmente, debido a que el acceso a internet de alta calidad no solo es esencial para mejorar las herramientas digitales disponibles, sino que también desempeña un papel crucial en el desarrollo de capacidades humanas, como lo subrayan Montenegro y Araral (2019).

2.3. Objetivo

La investigación tendrá un objetivo principal:

- Determinar si la competencia en el mercado de internet fijo residencial mejora la calidad del servicio al reducir el porcentaje de conexiones lentas y aumentar la proporción de conexiones rápidas en el Perú, según un análisis departamental entre 2015 y 2023.

Para llegar a cumplir con este objetivo, se utilizará los siguientes objetivos secundarios:

1. Examinar el impacto de la concentración de mercado (medida a través del IHH) en la calidad del servicio, evaluando cómo influye en la proporción de conexiones rápidas y lentas en el período 2015-2023.
2. Analizar la relación entre el número de empresas operadoras y la calidad del servicio, determinando si un mayor número de competidores estimula mejoras en la velocidad de las conexiones.
3. Evaluar el papel de factores demográficos y socioeconómicos (densidad poblacional e ingreso promedio) en la calidad del servicio, identificando cómo estos factores inciden en la distribución de conexiones rápidas y lentas a nivel departamental.

3. Marco Teórico:

Teniendo en consideración que la pregunta principal de esta investigación es la relación existente entre el nivel de competencia y la calidad provista en el servicio de internet fijo, se empezará por analizar la relación de ambas variables en la literatura.

Competencia

La literatura ha desarrollado diversos indicadores que buscan evaluar la intensidad de la competencia en un mercado y sus efectos sobre las conductas de las firmas. Estos métodos permiten un análisis cuantitativo de la estructura de mercado y, al mismo tiempo, brindan información cualitativa sobre las interacciones estratégicas de las empresas. En primer lugar, el IHH es el método estándar para evaluar la concentración de mercado. Este es calculado como la suma de los cuadrados de las cuotas de mercado de todas las empresas que participan en un mercado, y puede variar entre 0 (competencia perfecta) y 10,000 (monopolio absoluto). Este índice se ha utilizado ampliamente en estudios de competencia, como en la regulación de fusiones y adquisiciones, debido a su capacidad para reflejar tanto el número de empresas en el mercado como la distribución de las cuotas de mercado entre ellas (Schmalensee, 1977). El IHH proporciona una visión inicial de la estructura de mercado a nivel local o nacional. Un IHH superior a 2,500 indica un mercado altamente concentrado, lo que sugiere la existencia de un poder de mercado significativo que podría afectar la calidad y precios del servicio. Sin embargo, es importante reconocer que el IHH no captura la intensidad competitiva real cuando la diferenciación de producto o las dinámicas locales son factores clave. Miller et al (2022) discute cómo el uso de regresiones de precios sobre IHH puede no ser adecuado para evaluar el impacto de la competencia en el mercado, ya que tanto los precios como la concentración del mercado son resultados simultáneos del equilibrio.

En segundo lugar, los ratios de concentración (CR4 y CR8) son métricas que muestran el porcentaje del mercado controlado por las 4 y 8 empresas más grandes, respectivamente. Estos índices proporcionan una medida rápida de la concentración del mercado, facilitando la comparación entre diferentes mercados o regiones. Un CR4 alto sugiere un mercado dominado por pocas empresas, lo que podría limitar la competencia efectiva. Sin embargo, autores como Douglas

y Miller (1974) argumentan que la concentración elevada en mercados con regulación de precios (como las aerolíneas en su estudio) puede generar incentivos para mejorar la calidad como una forma de diferenciarse. En el caso del mercado de internet fijo, los CR4 y CR8 pueden ser útiles para identificar la posición de las principales empresas en cada región y evaluar si las dinámicas competitivas varían significativamente entre diferentes provincias. Sin embargo, el uso de estos índices debe complementarse con un análisis cualitativo para entender el rol de los operadores locales y su capacidad para ejercer presión competitiva sobre los incumbentes.

En tercer lugar, los márgenes de ganancia (mark-ups) y las elasticidades de precio y calidad son herramientas complementarias que permiten evaluar la intensidad competitiva y la respuesta de las empresas ante cambios en la estructura de mercado. Según Gaynor (2006), la relación entre elasticidades es fundamental para entender las decisiones de inversión en calidad de las empresas. La elasticidad calidad de la demanda mide la sensibilidad de la demanda ante cambios en la calidad percibida, mientras que la elasticidad precio de la demanda captura cómo responden los consumidores ante cambios en el precio del servicio. Cuando la elasticidad calidad de la demanda es alta, las empresas tienen un mayor incentivo para invertir en mejoras de calidad, ya que un incremento en calidad conlleva un aumento en la demanda. En mercados con elasticidades mixtas, como el de internet fijo, la competencia no siempre lleva a una mejora en la calidad, especialmente si el margen de precios es reducido y no permite financiar dichas mejoras. Por lo tanto, la relación entre márgenes de ganancia y elasticidades es un determinante crucial para evaluar la verdadera intensidad de competencia en este mercado.

En cuarto lugar, las tasas de entrada y salida (churn rates) son otro indicador de la intensidad competitiva. Un mercado con alta rotación de empresas sugiere un entorno competitivo dinámico, donde las empresas deben innovar y adaptarse rápidamente para sobrevivir. Por el contrario, un churn bajo puede indicar barreras de entrada significativas y falta de incentivos para que nuevas empresas ingresen al mercado. Matsa (2011) encontró que en mercados de supermercados, la entrada de competidores como Walmart llevó a una mejora en la calidad de los productos y servicios ofrecidos, incluso a costa de márgenes de ganancia reducidos para las empresas establecidas.

Razones de la firma para proveer calidad

El primer acercamiento a los incentivos que tiene una firma para brindar distintos niveles de calidad es abordado por Mussa y Rosen (1978). En este, un monopolista se enfrenta a dos tipos de consumidor, uno que tiene una alta valoración por la calidad (tipo alto), por lo que se le puede cobrar más por brindársela, y otro que tiene una menor valoración por la calidad (tipo bajo), por lo que de cobrarle por esta su utilidad sería negativa y no demandaría. Por esta razón, el monopolista decidirá brindar dos planes de consumo diferentes, pero considerando que no debe cobrarle mucho al de alta valoración, porque este tendría incentivos a cambiar al plan de baja calidad. En consecuencia, el monopolista ofrece un producto de calidad más degradada al tipo bajo (por debajo de lo que prescribiría el planificador social) para percibir un margen de beneficio alto del tipo bajo y, al mismo tiempo, desalentar que el consumidor de tipo alto sustituya el bien que demande por el producto de baja calidad.

Entonces, esta investigación permitió ver, que incluso sin competencia, existen estímulos para proveer diferentes niveles de calidad, por lo que se vuelve relevante también considerar la entrada de otros competidores. Al respecto, el modelo de diferenciación vertical de productos sugiere que las firmas eligen diferentes calidades en escenarios de competencia. Motta (1993) validó que la diferenciación de productos surge tanto en escenarios de competencia por cantidades (Cournot) como en escenarios de competencia en precios (Bertrand). Es más, encontró que esto sucedía sin importar que los costos asociados a la calidad fueran fijos, como una inversión en I+D, o si eran costos variables, como el contratar mano de obra más calificada o materias primas e insumos más caros. Para encontrar estos resultados planteó un juego en dos etapas que resolvió por inducción hacia atrás. En la primera etapa, habría una única empresa monopólica que elige la calidad del bien que desea producir, mientras que en la segunda etapa entraría la segunda empresa con la cual competiría en precios o en cantidades. Con anterioridad, Shaked y Sutton (1982) habían explorado que, aun sin costos asociados a la provisión de la calidad, las empresas optan por diferenciar sus productos, debido a que la diferenciación de productos permite a las empresas relajar la competencia de precios en el mercado. Con ello, pueden elegir la calidad de sus productos dentro de un intervalo entre una calidad mínima y una calidad máxima. No obstante, Bonanno (1986) demuestra que las empresas que compiten en cantidades optan por no diferenciar sus calidades cuando no existen costos fijos de mejora de la calidad y da una condición suficiente para que se cumpla el mismo resultado en presencia de costos fijos. Al respecto, Motta concilió que cuando

no existe un límite superior para la elección de la calidad y cuando existen costos fijos de la calidad, la competencia de Cournot genera una diferenciación de productos que no es ni máxima ni mínima.

Competencia y calidad en los mercados

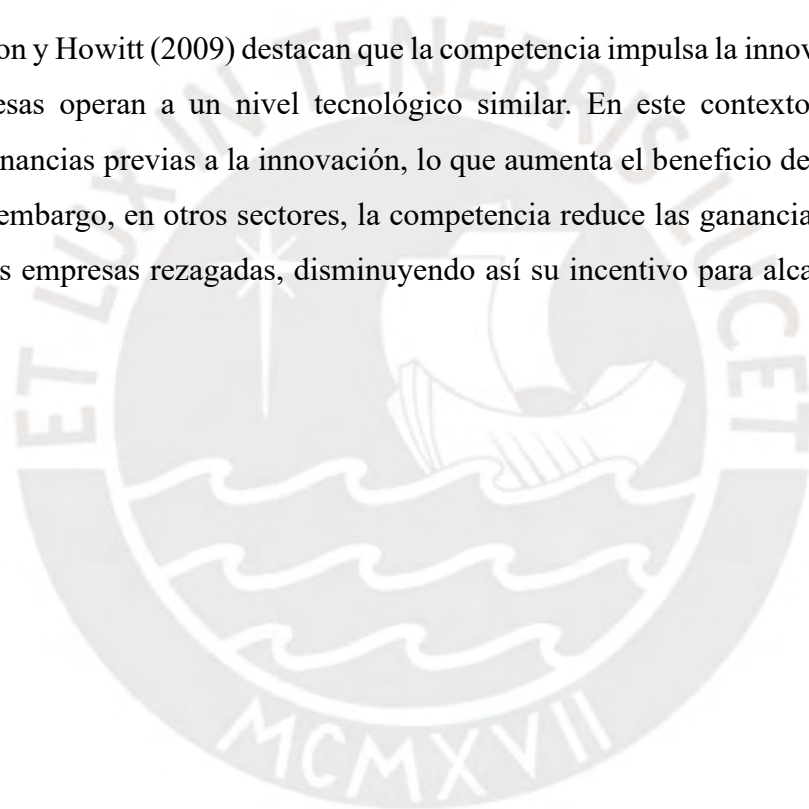
En la misma línea, siguieron otras investigaciones que con esta base ahondaron en la relación entre competencia y calidad en otros mercados. En primer lugar, Douglas y Miller (1974) y Schmalensee (1977) para el mercado de las aerolíneas encontraron que mientras el precio fijo se fije por encima del costo marginal en algún nivel básico de calidad, las empresas aumentarán la calidad en un intento de ganar participación de mercado. Además, cuando los precios no son fijos, una mayor competencia también reducirá el margen precio-coste y esto puede reducir los incentivos para invertir en calidad. Es decir, en el mercado de las aerolíneas si bien hay incentivos para proveer calidad, si el número de competidores es mayor a lo esperado, el margen a ganar es menor desincentivando la inversión en calidad.

En segundo lugar, Gaynor (2006) para los mercados de salud utiliza la condición de Dorfman-Steiner (1954), adaptada a la competencia monopolística, para mostrar que la cantidad gastada en calidad por la empresa depende de la relación entre la elasticidad calidad de la demanda y la elasticidad precio de la demanda. Cuando un aumento del poder de mercado reduce ambas elasticidades, la calidad puede aumentar o disminuir dependiendo de las fuerzas relativas de los dos efectos. En ese sentido, plantea que hay mercados en donde el principal foco para extraer el margen se encuentra en las elasticidades del consumidor, por lo que el efecto que tendría la concentración es el resultante de ese balance y no es específico.

En tercer lugar, Matsa (2011) argumenta que la competencia ejerce presiones contradictorias sobre la calidad de los productos en el corto y largo plazo. En el corto plazo, la competencia reduce los márgenes de ganancia, lo que podría disminuir la calidad al hacer que las empresas descuiden ciertos aspectos para mantener costos bajos. Sin embargo, a largo plazo, la competencia aumenta la probabilidad de que los consumidores insatisfechos se cambien a competidores, lo que motiva a las empresas a mejorar la calidad para retener clientes. El estudio específico sobre supermercados respalda esta idea, mostrando que la entrada de Walmart en un mercado lleva a una disminución significativa en los desabastecimientos en los competidores, lo que sugiere que la competencia incentiva a las empresas a mejorar la disponibilidad y calidad de sus productos, incluso a costa de márgenes de beneficio inmediatos más bajos.

En cuarto lugar, Kranton (2003) examina la relación entre competencia y calidad en los mercados donde la calidad no es observable antes de la compra. Su investigación cuestiona la creencia de que la competencia sola garantiza una alta calidad en los productos. Destaca que la competencia puede eliminar los incentivos para mantener una reputación de alta calidad, especialmente sin estrategias de fijación de precios colusorias. Esto sugiere que la estructura institucional entre empresas, como asociaciones industriales, puede desempeñar un papel crucial en la promoción de la calidad. Este enfoque teórico desafía las concepciones convencionales y destaca la importancia de considerar la interacción estratégica entre empresas y consumidores en la determinación de la calidad del producto en los mercados competitivos.

Por último, Aghion y Howitt (2009) destacan que la competencia impulsa la innovación en sectores donde las empresas operan a un nivel tecnológico similar. En este contexto, la competencia disminuye las ganancias previas a la innovación, lo que aumenta el beneficio de innovar y liderar el mercado. Sin embargo, en otros sectores, la competencia reduce las ganancias posteriores a la innovación de las empresas rezagadas, disminuyendo así su incentivo para alcanzar el liderazgo en innovación.

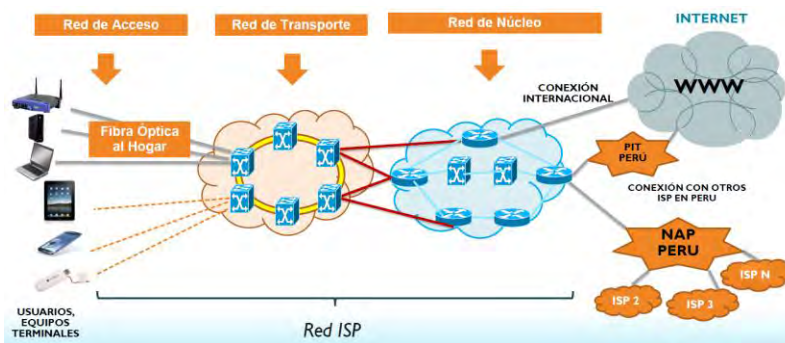


4. Marco Empírico

El mercado del internet fijo ha experimentado una evolución significativa desde los años 80, cuando predominaban los monopolios estatales debido a la necesidad de grandes inversiones en infraestructura y la importancia de asegurar un servicio esencial, considerado como un monopolio natural (Wallsten, 2005). A medida que la oferta migró de servicios telefónicos a banda ancha, se observó un grado moderado de competencia en la estructura de oferta (Greenstein y McDevitt, 2011). De manera que, actualmente se estructura a través de diferentes niveles de conectividad y tipos de infraestructura que determinan la calidad y disponibilidad del servicio para los usuarios finales. La estructura jerárquica de las redes de internet (cadena para la provisión) comprende cuatro niveles como se observa en la figura 8:

- **Tier-1 (Conexión Internacional):** Corresponde a los grandes backbones internacionales que proveen conectividad a nivel global. Estos actores no pagan a otros proveedores por el tránsito de datos, ya que tienen acuerdos de intercambio directo con otros proveedores Tier-1.
- **Tier-2 (Red de Núcleo):** Incluye a los proveedores regionales que adquieren conectividad de los Tier-1 y, a su vez, brindan servicios de tránsito a proveedores de menor escala.
- **Tier-3 (Red de transporte/ Red de acceso):** Se refiere a los proveedores locales que conectan directamente con los usuarios finales y, en muchos casos, adquieren servicios de conectividad de los Tier-2.
- **Usuarios terminales:** Esta capa incluye a los clientes residenciales y empresariales que consumen los servicios de internet.

Figura 8: Cadena de provisión de servicio de Internet



Extraído de Quiso (2022).

Un componente crucial en esta estructura son los puntos de intercambio de tráfico local, también conocidos como NAP o IXP, los cuales permiten a los ISP intercambiar tráfico localmente sin necesidad de recurrir a un intermediario internacional, mejorando la eficiencia y la calidad del servicio al reducir la latencia y el tiempo de respuesta. La interconexión entre los diferentes actores del ecosistema de internet (ISP, CDN, IXP) puede realizarse bajo dos tipos de esquemas que terminan por determinar los pagos a realizar:

1. **Paridad:** Este modelo de intercambio ocurre entre agentes de tamaño y capacidad similares, sin que se generen pagos entre las partes. El objetivo es permitir un tráfico de datos fluido y equilibrado.
2. **Tránsito:** Se utiliza cuando un agente de menor capacidad necesita conectarse a uno de mayor envergadura, generando un costo por el uso de la red del proveedor más grande.

La calidad del servicio de internet fijo depende en gran medida de la infraestructura de última milla y de la conectividad interna y externa del país. El despliegue de redes de alta capacidad, como FTTH y centros de datos locales, permite acercar los contenidos a los usuarios, reduciendo la latencia y mejorando la estabilidad del servicio. Por ejemplo, el uso de servidores de almacenamiento en caché locales y la interconexión en IXP dentro del país son elementos clave para optimizar la experiencia de usuario, especialmente en el consumo de contenidos de video y servicios en tiempo real. Es así como, el desconocimiento sobre las opciones de interconexión y la limitada cantidad de puntos de intercambio locales han sido identificados como barreras que limitan la calidad del servicio. En consecuencia, la transparencia en la información de interconexión y la ampliación de las infraestructuras disponibles son aspectos críticos para mejorar la competitividad del mercado y la calidad del servicio ofrecido a nivel nacional.

En la literatura, la fácil clasificación de las cualidades de los paquetes, como la velocidad de descarga, ha permitido definir el mercado relevante con precisión, compitiendo a nivel de los hogares y ofreciendo un conjunto variado de opciones (Boik y Takahashi, 2020). Sin embargo, la fijación de precios y las estrategias de agrupación han sido objeto de análisis, destacando que las prácticas escalonadas pueden no ser óptimas para los proveedores de internet, sugiriendo una segmentación basada tanto en la demanda como en el costo de transporte para maximizar ganancias. El estudio de Valancius et al. (2011) encuentra que la práctica común de los ISP de estructurar contratos escalonados de acuerdo con el costo de transportar los flujos de tráfico (por ejemplo, ofrecer un descuento por el tráfico local) puede ser subóptima y que dividir los contratos

en función tanto de la demanda de tráfico como del costo de transportarlo en sólo tres o cuatro niveles genera ganancias casi óptimas para el ISP.

En general, la teoría de juegos ha sido empleada para comprender la dinámica de la competencia en el mercado del internet fijo. Se ha identificado que la competencia entre rutas puede mejorar los atributos de calidad y valoraciones, pero también puede conducir a una reducción de los ingresos marginales y a la disminución del valor percibido de la red en ciertas condiciones. Los modelos de fijación de precios han explorado cómo proporcionar diferentes niveles de calidad de servicio a través de precios diferenciados para tipos específicos de transferencias de datos.

Por una parte, el estudio de Scherrer, Tabaeiaghdaei y Perrig (2023) explora cómo la competencia entre rutas afecta la calidad y valoración de estas en el contexto de la economía de redes. En este análisis, se destaca que la calidad de la ruta, definida por atributos como rendimiento, seguridad y sostenibilidad, puede ser influenciada por múltiples ISP egoístas en la ruta, lo que puede llevar a una cooperación ineficiente. Se observa que la competencia entre rutas puede mejorar los valores de estos atributos y las valoraciones de las rutas, especialmente cuando la demanda es alta, lo que sugiere que un aumento de competencia en el mercado no necesariamente reduce los márgenes de ganancia. Sin embargo, se señala que la intensificación de la competencia entre ISP puede reducir la calidad de la ruta, y aunque esto puede aumentar los ingresos totales, puede disminuir los ingresos marginales. Como resultado, los ISP pueden optar por reducir la prevalencia del atributo de calidad para optimizar sus ganancias, lo que podría resultar en una disminución del valor percibido de la red en ciertas condiciones. Este análisis resalta las complejas interacciones entre competencia, calidad y valoración en el contexto de la selección de rutas en la economía de redes.

Por su parte, Zhang et al. (2010) utilizan un juego de Stackelberg que modela la relación entre competencia y calidad en el mercado de servicios de internet. Por un lado, en el subjuego de Cournot se modela la competencia entre proveedores de servicios, donde determinan de manera independiente y simultánea la cantidad óptima de servicios que producen/ofrecen para satisfacer las demandas de los usuarios. Por otro lado, en el subjuego de Bertrand se modela la competencia entre proveedores de redes, donde determinan de manera independiente y simultánea los precios óptimos a cobrar a los proveedores de servicios por el transporte de servicios. Con ello, el modelo demuestra que los proveedores de servicios tienen incentivos para innovar e invertir en mejorar la calidad o reducir el costo de sus servicios, ya que esto les permite expandir su participación en la demanda de usuarios. De manera similar, los proveedores de redes tienen incentivos para innovar

y mejorar su infraestructura de red, ya que esto les permite aumentar la calidad y/o capacidad de la red o reducir los precios de transporte, ampliando así su participación en la demanda del mercado de transporte.

Para aproximarnos a estimaciones empíricas que relacionen estas variables en la literatura empírica se plantearon múltiples alternativas a nivel econométrico. En primer lugar, Grubestic y Murray (2004) estiman un modelo mediante mínimos cuadrados ordinarios para luego utilizar técnicas de econometría espacial. Se analiza a nivel de mercado aproximando este considerando que geográficamente un mercado abarca todos los hogares que se encuentran en un código postal en cuatro distintos estados de Estados Unidos. Entonces, para determinar la existencia de dependencia espacial entre las variables, se realiza una prueba de I de Moran utilizando una matriz de pesos espaciales de contigüidad sobre los errores obtenidos en la estimación preliminar de mínimos cuadrados.

La variable dependiente que utilizan es el número de proveedores del servicio de internet para cada código postal para junio de 2001. Como variables independientes utilizan la densidad poblacional de cada código postal, el porcentaje de población blanca, el porcentaje de la población que paga por alquiler de hogares ya sea en edificios multifamiliares o complejos de muchos departamentos., el gasto promedio por hogar incurrido en productos computacionales. Además, tiene dos variables dicotómicas para determinar si la región del código postal está en una zona rural o urbana, y si se encuentra en una zona financiera. Los resultados mostraron que existe un aumento en la competitividad en la mayoría de los códigos postales. Inclusive, los autores encuentran que este crecimiento no está limitado a áreas metropolitanas. No obstante, las áreas urbanas se benefician mucho más de la competitividad que las áreas rurales.

En segundo lugar, Prieger et al. (2015) estiman un modelo logit condicional de elección de calidad con cuatro rangos de velocidades fijas: de 768 kbps a 3 Mbps, de 3 Mbps a 6 Mbps, de 6 Mbps a 10 Mbps y de 10 Mbps a 25 Mbps. Los datos proceden de una encuesta realizada anualmente entre junio de 2011 y junio de 2013 en el estado de California. Aunque los autores cuentan con cuatro periodos de información, optan por combinar (pooled) los datos, asumiendo que los efectos fijos y temporales se capturan en el momento de elección de la empresa. En este enfoque, cada firma decide ofrecer o no una categoría de velocidad, y el modelo incorpora variables como NearestSameSpeed (que mide la “distancia” a la misma velocidad ADSL ofrecida en el pasado) y SameSpeedNotFound (un indicador que se activa cuando la firma nunca ofreció dicha velocidad,

reflejando de manera implícita un “costo infinito” al entrar en esa categoría). Además, las variables de competencia se representan mediante la presencia o ausencia de al menos un competidor con determinada tecnología y velocidad j o superior, lo cual se capta en los términos w_{imt} .

$$\Pr(a_{imt} = j | s_{imt}) = \frac{\exp(\gamma'_k z_{imt} + \beta' x_{imtj} + \delta'_j (Ew_{imt}))}{1 + \sum_k \exp(\gamma'_k z_{imt} + \beta' x_{imtj} + \delta'_j (Ew_{imt}))}$$

El principal desafío surge al requerirse el valor esperado de estas variables competitivas (Ew_{imt}), puesto que en la práctica solo se observa w_{imt} . Para resolver esto, se realiza una estimación preliminar. Además, los autores ajustan tres especificaciones con distintos conjuntos de variables independientes: la primera incluye factores demográficos (ingreso, densidad poblacional, edad promedio, porcentaje de población que paga renta y desempleo), la segunda incorpora variables de competitividad (costos y dummies asociadas al número de empresas en el mercado) y, por último, la tercera agrega aspectos relacionados con la infraestructura del servicio. Los resultados indican que, aun al añadir controles adicionales, la decisión de los proveedores de mejorar la calidad del servicio se mantiene esencialmente igual. De este modo, se concluye que el incremento en el número de proveedores ejerce un efecto positivo sobre la calidad del servicio.

En tercer lugar, Wilson (2023) aplica un modelo OLS-pooled de datos de panel en el cual define a los individuos como mercados (m) y el periodo de tiempo son los días (t). En este caso, el autor considera una ciudad como un mercado. De esta manera, la base de datos es de 958 ciudades de Estados Unidos para los días de 1 de julio de 2010 a 8 de febrero de 2014. Por lo tanto, el modelo a estimar propuesto por el autor es el siguiente:

$$s_{jmt} = \beta_1 + \beta_2 \ln(\#ISP_{mt}) + \beta_3 MMC_{jmt} + \beta_4 Distance_{jmt} + \beta_5 Distance_{jmt}^2 + \alpha_j + \eta_m + \gamma_t + \varepsilon_{jmt}$$

La variable dependiente es la velocidad de descarga promedio en el mercado en un determinado día (s_{jmt}) aproximado como la calidad. Las variables independientes son el logaritmo del número de proveedores del servicio de internet compitiendo en el mercado en un día ($\ln(\#ISP_{mt})$); el grado del contacto de multimercado enfrentado por la proveedora del servicio (MMC_{jmt}); la distancia de los consumidores en un mercado al servidor donde se hace la prueba ($Distance_{jmt}$); y la distancia al cuadrado para capturar el ruido de la variación de la distancia ($Distance_{jmt}^2$).

Para capturar el índice de contacto multimercado (MMC_{jmt}), Wilson utiliza la especificación de Evans y Kessides (1994) para determinar cómo los competidores de los mercados interactúan. De esta manera, también determina la existencia de dos relaciones endógenas que deben ser controladas con variables instrumentales: primero las preferencias de participar en un determinado mercado pueden tener relación con condiciones macroeconómicas. Por ejemplo, si en una ciudad hay desempleo elevado, la decisión de participar en ese mercado puede ser negativa debido a ello. De esta manera, el autor considera que una variable instrumental puede ser la presencia de los proveedores de servicio de internet en las ciudades vecinas a una determinada ciudad. Segundo, puede existir endogeneidad con distintos esquemas regulatorios en ciudades vecinas, en especial, con las que se encuentran en Estados distintos. Por lo tanto, el instrumento solo capturaré a las ciudades contiguas en un mismo Estado.

El autor encuentra que un aumento del número de los proveedores de servicio fomentará la mejora de la velocidad de la conectividad en internet (lo mismo sucede con el índice de contacto de multimercado). Sin embargo, en ciudades en las cuales hay muchos proveedores de servicio el efecto positivo de la competencia se reduce. Este resultado lo obtiene al agregar variables dicotómicas en la que se captura el número de proveedores en cada ciudad. Por lo tanto, se concluye que el efecto positivo de la competencia sobre la calidad se va reduciendo a medida que los proveedores son más.

En cuarto lugar, Molnar y Savage (2017) toman datos de la medición de velocidad del servicio de internet realizado por el Estado de los meses de marzo y junio de 2011 para 7000 hogares para evitar problemas que puede haber si se toman mediciones de velocidad con otros instrumentos como es el test de Okkla. El análisis que realizan es al nivel de mercado definido por la encuesta SamKnows. De esta manera, los autores hacen una estimación de dos etapas considerando primero una estimación ordenada probit sobre los beneficios de las empresas proveedoras para obtener los términos de corrección necesarios para estimar la calidad ofrecida de estas:

$$E[Q_j^* | X_j, W_j, M_j, Z_j] = X_j\beta + g(W_j, M_j; \beta_W, \beta_M) + \sigma_{ueH}\lambda_{Hj} + \sigma_{ueL}\lambda_{Lj}$$

Se obtienen los estimadores consistentes para λ_{Hj} y λ_{Lj} que se introducirán en la segunda etapa de la estimación:

$$Q_j^* = X_j\beta + g(W_j, M_j; \beta_W, \beta_M) + \sigma_{ueH}\widehat{\lambda}_{Hj} + \sigma_{ueL}\widehat{\lambda}_{Lj} + v_j$$

La variable dependiente será el beneficio de las empresas prestadoras de servicio considerando que se puede distinguir por las empresas que ofrecen un servicio de red cableado y otro inalámbrico. De esta manera, habrá dos especificaciones para cada proveedor. En la segunda estimación, se consideran como variables dependientes la banda ancha de baja ofrecida, sostenida y de subida haciendo un total de tres estimaciones.

Las variables independientes serán las siguientes para la primera estimación: el ingreso promedio de los hogares dentro del mercado, la edad promedio de los habitantes del mercado, los años de educación promedio de los habitantes mayores a 25 años del mercado, la desviación estándar de los años de educación promedio de los habitantes, el área geográfica del mercado en kilómetros cuadrados, el número de hogares, el porcentaje de humedales, la caracterización de las interseccionales de un mercado, el número de millas de las carreteras del mercado, y la distancia de la superficie a la profundidad del mercado. Para la segunda estimación, solo se considera área en kilómetros del mercado, el coeficiente de control obtenido de la primera estimación, número de personas en un mercado, y variables dicotómicas que miden el ingreso de 1 a 7 competidores tanto para la conexión a cable e inalámbrica. Los autores encuentran que un incremento en la velocidad de los proveedores del servicio de internet por cableado aumentará la calidad cuando hay dos o más proveedores. Además, encuentra que no hay relación entre la velocidad de los proveedores del servicio de internet alámbrico y los de servicio inalámbrico, con lo cual se resalta que no hay necesidad de hacer distinción entre tipos de tecnologías para la provisión de internet fijo.

Por último, y al ser el enfoque en el cual nos inspiramos principalmente, queremos destacar el cómo Reed y Watts (2018) ilustran en un modelo simple que un aumento de la competencia o del número de competidores puede llevar a un aumento de la calidad de un producto. Si bien esto es conocido en el caso de los mercados en los que el precio es fijo, no resulta tan claro cuando se permite que el precio varíe en función de la calidad.

De las dos características principales de la industria de banda ancha que influyen significativamente en la dinámica de precios y calidad del servicio, el modelo considera que tanto los precios como los costos se incrementan a medida que aumenta la velocidad de descarga, y existen elevados costos de entrada. No obstante, no incluye la peculiaridad de que la rápida evolución tecnológica hace que con el tiempo disminuyan los costos de ofrecer una velocidad de descarga dada.

Por el lado de los consumidores, asume que son una masa heterogénea que valora la calidad del producto. De manera que, cada consumidor querría comprar una unidad de un bien que se diferencia por la calidad del producto. Entonces, el consumidor i tiene la siguiente utilidad (donde q es calidad y p es precio):

$$u_i = \theta_i q - p$$

θ es un parámetro que representa el tipo de i

$$\theta_i \in [0, \bar{\theta}]$$

Dichos consumidores generan una función de demanda

$$y = 1 - F\left(\frac{p}{q}\right)$$

Hay dos productos disponibles con precio y calidad $\{p_1, q_1\}, \{p_2, q_2\}$ de manera que el consumidor i compra el producto 1 solo si:

- Le alcanza: $\theta_i q_1 - p_1 \geq 0$
- Es compatible con lo que quiere: $\theta_i q_1 - p_1 \geq \theta_i q_2 - p_2$

Por el lado de las firmas, hay un set de empresas $M = \{1, 2, \dots, j, \dots, m\}$ que producen un rango de calidades $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k, \dots, q_\kappa\}$, de manera que q_{kj} representa la cuota de mercado que la empresa j produce para el nivel de calidad k . Cada empresa tiene un costo marginal y fijo de producción que depende del nivel de calidad producido. Es decir, cada empresa j paga un coste de $c_k(1 + y_{kj})$ por producir y_{kj} . Además, suponen como en Johnson y Myatt (2003) que:

- i se producen niveles de calidad κ , entonces $q_1 < q_2 < \dots < q_\kappa$ y $p_1 < p_2 < \dots < p_\kappa$
- si el consumidor i compra q_i y el consumidor l compra q_l , entonces $\theta_i < \theta_l$, para todo $q_i < q_l$.

Entonces, la demanda (y_k) de la proporción de consumidores que compran un nivel de calidad (q_k) es:

$$F\left(\frac{p_{k+1} - p_k}{q_{k+1} - q_k}\right) - F\left(\frac{p_k - p_{k-1}}{q_k - q_{k-1}}\right)$$

para

- $j \in \{2, \dots, \kappa - 1\}$
- $y_1 = F\left(\frac{p_2 - p_1}{q_2 - q_1}\right) - F\left(\frac{p_1}{q_1}\right)$
- $y_k = 1 - F\left(\frac{p_k - p_{k-1}}{q_k - q_{k-1}}\right)$

Con ello, $p_k(y_k, p_{-k}, q)$ son las demandas inversas correspondientes que tendremos con la notación:

$$p_{-k} \equiv (p_{k-1}, p_{k+1})$$

$$q_{-k} \equiv (q_{k-1}, q_k, q_{k+1})$$

El problema de maximización plantea que, si una empresa es el único productor de un nivel de calidad dado, entonces esa empresa actúa como monopolista para ese nivel de calidad. Por el contrario, si varias empresas producen el mismo nivel de calidad, entonces esas empresas compiten eligiendo cantidades como en un oligopolio de Cournot. Específicamente, si las empresas $\{1, 2, \dots, j, \dots, \kappa\}$ están produciendo un nivel de calidad q_k , entonces la función de beneficio de la empresa j se puede representar como:

$$\pi_j = p_k(y_k, p_{-k}, q) y_{kj} - c_k(1 + y_{kj}) \text{ donde } y_k = \sum_{i=1}^{\kappa} y_{ki}$$

Teniendo ello en consideración, se tiene un juego repetido de dos etapas que permite que una empresa ingrese a la industria en cada período. En el período inicial, hay una empresa monopolista (empresa 1) que elige primero una calidad q_k y luego producir una cantidad y_{k1} para maximizar las ganancias. De manera que, debido a la estructura de los costos, elige producir q_1 maximizando:

$$\pi = q_k \cdot F^{-1}(1 - y_{k1}) y_{k1} - c_k(1 + y_{k1})$$

Por lo tanto, incluso teniendo en cuenta el hecho de que el y_{k1} óptimo variará con $\frac{c_k}{q_k}$, la empresa maximizará sus beneficios eligiendo el nivel de calidad más bajo en la primera etapa del juego, suponiendo que el coste fijo c_1 no es demasiado elevado. Para simplificar, suponen que una vez que una empresa ha elegido producir un nivel de calidad específico, continúa produciendo ese nivel de calidad en períodos futuros. Sin embargo, en el segundo período, la empresa 1 seguirá produciendo calidad q_1 , pero suponemos que la empresa 2 entra en la industria. Según un análisis

similar al anterior, la empresa 2 elegirá producir calidad q_1 o q_2 . Si la empresa 2 elige q_1 , entonces participará en una competencia de Cournot con la empresa 1 y maximizará:

$$\pi_2 = q_1 F^{-1}(1 - y_{11} - y_{12})y_{12} - c_1(1 + y_{12})$$

El peor escenario posible para la empresa 2 sería si $p_1 = 0$, ya que entonces el número de clientes que comprarían q_1 sería el mayor posible. Nótese que si $p_1 = 0$, entonces π_2 ya no depende de p_1 , lo que hace más fácil maximizar π_2 con respecto a y_2 . En este peor escenario posible, si c_2 no es demasiado grande, entonces la ganancia de equilibrio de la empresa 2 (π_2) es estrictamente positiva cuando la empresa 2 elige q_2 . Por lo tanto, si se permite que las empresas ingresen a esta industria una a la vez, las primeras empresas que ingresen pueden elegir producir q_1 . No obstante, como la ganancia de producir q_1 disminuye con la entrada, eventualmente una de las empresas elegirá producir un nivel de calidad más alto (q_2 en lugar de q_1). En conclusión, es posible que exista cierta rigidez en la manera en que la entrada de nuevos competidores afecta la calidad. Así, un cierto número de empresas puede entrar en la industria sin afectar la calidad, pero la entrada por encima de ese umbral puede provocar un aumento en el umbral del nivel más alto de calidad ofrecido.

Para estimar aplican un modelo de mínimos cuadrados ordinarios para tres especificaciones distintas considerando tres variables dependientes distintas para cada uno. Los autores considerarán a un mercado como un condado de todos los estados de Estados Unidos. Se utiliza solo el periodo que comprende el mes de setiembre de 2013 y se distinguen 3142 distintos condados. Los autores definen estas tres como el porcentaje de la población en un condado que tiene una velocidad de internet máxima de 25, 50 y 100 Mbps respectivamente. Además, estimarán dos especificaciones distintas para estos tres modelos: una que contendrá variables dicotómicas y la otra que no. Un punto importante que muestran los autores es que sus datos permiten distinguir que hogares pueden tener más acceso a proveedores de internet que otros en un mismo condado. De esta manera, la especificación a estimar es la siguiente:

$$DLSpeed_i = \alpha + \beta_1 ProvGr6_i + \beta_2 Prov1to3_i + \omega X_i + e_i$$

Los autores distinguen dos variables independientes importantes: el porcentaje de la población de un condado con acceso a más de 6 proveedores de servicio y el porcentaje de la población con acceso de 1 a 3 proveedores de servicio. Las variables de control serán el logaritmo del área en

millas cuadradas, el logaritmo de la población por milla cuadrada, porcentaje de la población identificada como negra, porcentaje de la población identificada como hispánica, porcentaje de la población con un grado de bachiller o más, el porcentaje de población entre 5 a 19 años, porcentaje de la población entre 20 a 34 años y el porcentaje de la población mayor a 60 años.

Las variables dicotómicas capturarán efectos demográficos y geográficos considerando el número de población, si las áreas son rurales o urbanas, si se encuentran adyacentes a un condado metropolitana o no. Todo ello se realiza con el objetivo de ver si hay efectos diferenciados en la calidad del servicio considerando características demográficas y geográficas.

Por la naturaleza de sus datos, los autores tienen hogares que pueden tener o no el mismo acceso a los proveedores de servicio de internet. Por lo tanto, a manera de robustez, definen dos maneras distintas de tratar los datos con variables instrumentales. De esta manera, utilizan la existencia de conexiones en ARPANET (sistema anterior al internet) en los hogares y también el número de proveedores de banda ancha del 2008 para cada condado. El autor encuentra que para los condados que solo tienen de 1 a 3 proveedores el aumento de la competencia afectará negativamente a la calidad. Por otro lado, en los condados que tienen más de 3 a 6 proveedores, el aumento de la competencia afectará positivamente a la calidad.

Por último, sería interesante resaltar que Montenegro y Araral (2019) examinan los efectos de la regulación favorable a la competencia en la calidad del servicio de internet, utilizando una variedad de indicadores de competencia y de calidad de servicio. Se encontró que una regulación más favorable a la competencia está asociada con una mayor calidad del servicio de internet a nivel nacional, lo que sugiere que la competencia puede impulsar mejoras en la calidad del servicio dentro de un país. Sin embargo, se señala que esta relación no necesariamente reduce la brecha digital entre países desarrollados y en desarrollo. Esto sugiere que, si bien la competencia puede mejorar la calidad del servicio dentro de un país, otros factores institucionales y de desarrollo pueden influir en la capacidad de un país para implementar y beneficiarse plenamente de regulaciones competitivas.

5. Historia del Marco Institucional referente a los servicios de internet

El marco institucional para los servicios de internet en el Perú ha evolucionado con el objetivo de fomentar un entorno competitivo y garantizar una calidad adecuada del servicio a los usuarios. Sin embargo, el verdadero impacto de estas regulaciones en el mercado de internet fijo depende de cómo se implementan y de su capacidad para abordar las características únicas del sector. A continuación, se presenta una revisión cronológica y analítica de las principales normas, políticas e hitos regulatorios que han influido directamente en la competencia y calidad del servicio de internet fijo residencial.

El punto de partida del actual régimen de libre competencia en telecomunicaciones se da con la promulgación del Decreto Supremo N° 013-93-TCC en 1993, que aprueba el Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones. Esta norma declaró a los servicios de telecomunicaciones como de interés nacional y estableció el principio de libre acceso al mercado, sentando las bases para la entrada de operadores privados. Esto implicó que todas las empresas deben tener igualdad de condiciones para ingresar al mercado y competir, eliminando las barreras de entrada administrativas y económicas que podrían beneficiar a los incumbentes. En la práctica, este marco legal permitió la entrada de varios operadores como Claro, Entel y Viettel en los últimos años, los cuales compiten con Telefónica (Movistar), que ha sido el proveedor dominante históricamente. Sin embargo, la efectividad de esta ley para fomentar la competencia ha estado limitada por la falta de infraestructura compartida, lo cual resultó en un dominio sostenido de Telefónica en varias provincias del país, reduciendo los incentivos para mejorar la calidad del servicio en áreas de alta concentración

En segundo lugar, la Ley N° 29022 (Ley de Expansión de Infraestructura de Telecomunicaciones y Reducción de Barreras), promulgada en 2007 y sus posteriores modificaciones, eliminó muchas de las barreras locales para el despliegue de infraestructura, lo que es fundamental para promover la competencia a nivel regional. Antes de la implementación de esta ley, las restricciones municipales y los altos costos de instalación de infraestructura creaban un entorno desfavorable para la entrada de nuevos competidores. La simplificación de estos procesos permitió a operadores más pequeños y nuevos entrantes desplegar sus propias redes y competir con los operadores incumbentes.

En cuanto a la calidad, la expansión de la infraestructura ha tenido un impacto directo. La mejora en la disponibilidad de redes, especialmente de fibra óptica, ha permitido a las empresas ofrecer velocidades más altas y mejorar la estabilidad de la conexión, lo cual se traduce en una mayor calidad para los usuarios. Sin embargo, aún existen retos para garantizar que estas mejoras lleguen a las zonas rurales y de menor densidad poblacional, donde la competencia es limitada y la calidad del servicio sigue siendo baja.

En tercer lugar, el Decreto Legislativo N° 1019, junto con la Ley N° 29904, establece las condiciones bajo las cuales los Proveedores Importantes (PI) deben permitir el acceso de otros operadores a su infraestructura. En el caso del mercado de internet fijo, Telefónica ha sido designada como PI en la mayoría de los segmentos relevantes, lo que la obliga a compartir su infraestructura de última milla y redes de transmisión con otros operadores. La compartición de infraestructura es crucial para fomentar la competencia en el mercado, ya que permite a los operadores más pequeños ofrecer servicios a precios competitivos sin incurrir en altos costos de despliegue de redes. Esta medida, al facilitar la entrada de nuevos jugadores, ha promovido la diversidad de ofertas y ha empujado a los incumbentes a mejorar la calidad del servicio para retener a sus clientes. En provincias donde la compartición de infraestructura ha sido más efectiva, se ha observado un incremento en la calidad percibida del servicio y una reducción en los precios para los consumidores. No obstante, el reto sigue siendo la implementación efectiva de estos mandatos. El uso compartido de infraestructura aún enfrenta problemas de cumplimiento, especialmente en áreas rurales donde los costos de acceso a la infraestructura pueden ser prohibitivamente altos para los nuevos operadores. Además, existen demoras en el acceso a la infraestructura compartida, lo que reduce la capacidad de los nuevos entrantes para competir de manera efectiva.

En cuarto lugar, uno de los hitos institucionales más ambiciosos fue la creación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO), mediante la Ley N° 29904, reglamentada por el Decreto Supremo N° 014-2013-MTC. Esta red fue concesionada a Azteca Comunicaciones Perú en junio de 2014 bajo una asociación público-privada por 20 años, iniciando operaciones en septiembre de 2016, con una extensión de 13,400 km y una tarifa fija de USD 23 por Mbps/mes, sin descuentos por volumen ni plazos. Sin embargo, el modelo original presentó fallas estructurales. Para 2021, solo se utilizaba el 3% de su capacidad instalada y se reportaban altos costos de mantenimiento. El contrato fue resuelto ese mismo año y el proyecto fue transferido al Estado, bajo administración provisional de Pronatel desde enero de 2022. En junio de 2023, la red apenas alcanzaba una

capacidad contratada de 40 Gbps (8%). Esta subutilización ha reducido su rol como plataforma neutral de transporte, limitando su impacto positivo en la competencia, especialmente en zonas donde podría haber servido como alternativa a los operadores integrados verticalmente. En mayo de 2025, el MTC lanzó un concurso para seleccionar una empresa para hacer una consultoría para generar un nuevo contrato integral en mejores condiciones, demostrando que pasados cuatro años posteriores a la salida de Azteca no se han hecho progresos significativos.

En quinto lugar, el Reglamento General de Calidad de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones, inicialmente promulgado en 2014 y modificado en 2021, ha tenido un papel significativo en la mejora de la calidad del servicio de internet en Perú. Este reglamento obliga a las empresas operadoras a garantizar una velocidad mínima de conexión, lo que impacta directamente en la calidad del servicio que perciben los usuarios. La relación entre competencia y calidad es clara: en mercados con alta concentración, la regulación de la calidad es necesaria para evitar que las empresas ofrezcan un servicio degradado a sus usuarios. Sin embargo, cuando la competencia es intensa, las empresas tienden a mejorar la calidad para atraer clientes, lo que reduce la necesidad de una regulación estricta. En el caso peruano, la implementación de este reglamento ha sido un factor clave para garantizar la calidad mínima, especialmente en áreas donde Telefónica aún mantiene una posición dominante y los incentivos para mejorar el servicio son menores (OCDE (2018)).

Por último, el Decreto Supremo N° 002-2009-MTC y las normas especiales para Telefónica aprobadas en 2020 por Osiptel tienen como objetivo empoderar a los consumidores y mejorar la transparencia de la información sobre el servicio. La obligación de informar con 30 días de anticipación sobre cambios tarifarios y la disponibilidad de migración y bajas en línea han permitido a los consumidores tomar decisiones informadas, lo que a su vez fortalece la competencia al reducir las asimetrías de información. Este empoderamiento ha generado una mayor presión sobre las empresas para mantener una calidad adecuada, ya que los usuarios insatisfechos tienen la opción de cambiarse a otros proveedores de manera más sencilla. La facilidad de migración ha sido un factor que incentiva a los operadores a competir no solo en precios, sino también en calidad y atención al cliente.

6. Hipótesis de investigación

La presente investigación tiene como objetivo analizar la relación entre la competencia en el mercado de internet fijo residencial y la calidad del servicio ofrecido a los usuarios en el Perú durante el período 2015-2023. Bajo este marco, la hipótesis principal plantea que una mayor competencia en el mercado de internet fijo residencial, entre 2015 a 2023, contribuye a mejorar la calidad del servicio, reduciendo la proporción de conexiones lentas y aumentando la proporción de conexiones rápidas a nivel departamental. Esta hipótesis principal se complementa con tres hipótesis secundarias que buscan descomponer los efectos específicos de diferentes variables explicativas sobre la calidad del servicio:

1. **Impacto de la concentración del mercado (IHH):** Se espera que un mayor nivel de concentración en el mercado tenga un efecto negativo sobre la calidad del servicio de internet fijo residencial, disminuyendo la proporción de conexiones rápidas y aumentando la proporción de conexiones lentas. Esto se fundamenta en la premisa de que mercados más concentrados reducen los incentivos para que las empresas mejoren sus servicios.
2. **Número de empresas operadoras:** Un incremento en la cantidad de empresas operadoras presentes en un mercado departamental se asocia con una mejora en la calidad del servicio. Se postula que la competencia genera presiones para mejorar sus ofertas y eficiencia, lo cual se traduce como mejor calidad del servicio.
3. **Factores demográficos y socioeconómicos:** Variables como la densidad poblacional y el ingreso promedio se consideran determinantes clave en la calidad del servicio de internet. Se plantea que áreas densamente pobladas y con mayores niveles de ingreso promedio favorecen el despliegue de infraestructura y tecnologías avanzadas, mejorando las velocidades promedio de las conexiones.

En la siguiente tabla se incluye la variable dependiente que será utilizada en la hipótesis y también las variables independientes que deben ser puestas a prueba para sustentar con la hipótesis general:

Tabla 1: Operatividad de la hipótesis

Hipótesis general	Variable dependiente	Variáveis independientes
El porcentaje de conexiones dentro de un rango de velocidad alto se incrementa a medida aumenta el número de competidores y la concentración (IHH) disminuye.	Porcentaje de conexiones dentro del rango de velocidad de bajada de internet fijo dentro de los rangos bajo, medio y alto (la definición se hace por terciles y varía en cada año)	<ul style="list-style-type: none"> - IHH - Número de ISP - Logaritmo de la densidad poblacional - Porcentaje de la población identificada como blanca - Logaritmo del PBI per capita - Porcentaje de la población con educación superior - Porcentaje de población entre 5 a 19 años - Porcentaje de la población entre 20 a 34 años - Porcentaje de la población mayor a 60 años

Elaboración propia.

Todas las variables propuestas se encuentran en la literatura desarrollada por varios autores, como se evidenció en el apartado empírico. En primer lugar, se destaca la relación entre la concentración del mercado, medida por el IHH, y la calidad del servicio. Estudios como los de Montenegro y Araral (2019) y Bacache, Bourreau y Gaudin (2013) han demostrado que una mayor concentración está negativamente asociada con la calidad del servicio, dado que reduce los incentivos competitivos para la mejora de la infraestructura. Este hallazgo refuerza la importancia de reducir la concentración para fomentar un entorno más competitivo.

En segundo lugar, el número de ISP ha mostrado un impacto positivo en la calidad del servicio. Flamm y Varas (2022) y Xiao y Orazem (2011) evidencian que un mayor número de operadores en el mercado promueve mejoras en las velocidades de conexión, incentivando a las empresas a invertir en tecnología y expandir su cobertura para captar más usuarios. Este aspecto es particularmente relevante para mercados como el peruano, donde la presencia de nuevos competidores ha tenido un efecto mixto debido a las altas barreras de entrada.

En tercer lugar, la densidad poblacional y las características socioeconómicas tienen una influencia crucial. Reed y Watts (2018) y Molnar y Savage (2017) confirman que áreas con mayor densidad poblacional suelen recibir más inversión en infraestructura de alta calidad, ya que ofrecen mayores retornos económicos. Además, variables como el ingreso promedio (Greenstein, 2020) y el nivel educativo (Yamakawa, Cadillo y Tornero, 2012) contribuyen significativamente a la mejora del servicio al generar una mayor demanda de conexiones rápidas y confiables.

En cuarto lugar, el porcentaje de la población identificada como blanca también aparece como una variable asociada a las mejoras en la calidad del servicio, aunque principalmente en estudios de

desigualdad estructural. Prieger (2015) resalta que las comunidades con mayor diversidad racial suelen enfrentar barreras históricas en el acceso a servicios de calidad, mientras que las regiones predominantemente blancas tienden a estar mejor servidas debido a una combinación de factores socioeconómicos y de preferencias del mercado.

En quinto lugar, el logaritmo del PBI per cápita se vincula directamente con la calidad del servicio. Greenstein (2020) demuestra que un mayor nivel de ingresos promedio incentiva a los proveedores de servicios a invertir en redes más avanzadas, ya que los hogares en estas áreas tienen una mayor disposición a pagar por servicios de mayor calidad. Este patrón se observa también en el mercado peruano, donde las regiones con mayor PBI per cápita concentran la infraestructura más avanzada.

En sexto lugar, el porcentaje de población con educación superior es otra variable significativa. Yamakawa, Cadillo y Tornero (2012) encuentran que un mayor nivel educativo está asociado con una demanda más sofisticada de servicios de internet, lo que lleva a los ISP a mejorar la calidad de su oferta. En áreas donde la educación superior es menos común, el desarrollo de infraestructura de calidad tiende a ser más lento.

Por último, la composición etaria de la población influye significativamente en la calidad del servicio de internet. El porcentaje de población entre 5 y 19 años genera una demanda creciente por servicios de internet orientados a fines educativos y de entretenimiento, lo que incentiva a los ISP a expandir su infraestructura, particularmente en áreas urbanas (Wallsten y Mallahan, 2010). De manera similar, el grupo etario de 20 a 34 años, asociado al teletrabajo, el emprendimiento y el consumo digital, impulsa a los proveedores a mejorar la calidad de su oferta, dado que esta cohorte exige servicios más robustos y diversificados (Molnar y Savage, 2017). Por último, aunque históricamente subatendida, la población mayor a 60 años presenta retos específicos, ya que las regiones con un mayor envejecimiento tienden a enfrentar dificultades para atraer inversión en infraestructura tecnológica, perpetuando así las brechas de calidad del servicio (Prieger, 2015).

7. Bases de datos y variables

Para esta investigación hacemos uso de las bases de datos públicas como Punku, Erestel (Osiptel) y la ENAHO (INEI), lo cual fue un limitante para lograr replicar un modelo similar al que estiman Reed y Watts (2018). Si bien se puede aproximar las variables de control a nivel distrital (si eran localizables en la ENAHO), la principal limitante fue la aproximación de las variables referidas a la velocidad de internet y el número de proveedores desagregados a nivel de distrito.

Osiptel cuenta con dos fuentes de datos públicas relevantes para esta investigación. Por un lado, el Punku es una base consolidada de indicadores del sector telecomunicaciones diseñada a partir de la información recibida por las empresas operadoras por la NRIP (Norma de Requerimientos de Información Periódica).

Esta encuesta trabaja con módulos, de los cuales nos interesa tres para el servicio de internet fijo. En primer lugar, el módulo de conexiones de internet fijo cuenta con información desagregada a nivel departamental a partir del 2015 sobre empresas presentes, tecnologías que provee la empresa, el rango de velocidad de bajada (nominal), y el número de conexiones todo ello por departamento segmentado entre residencial y comercial. En segundo lugar, se tiene el módulo de las conexiones de internet fijo de fibra óptica, pero este no se utiliza porque es más acotado respecto a la información que ofrece. En tercer lugar, se tiene el módulo de conexiones de internet fijo por distrito, el cual contiene información desagregada a nivel distrital. Sin embargo, este módulo empieza desde el 2023 y presenta la misma información que el primero.

Por otro lado, la Erestel es una encuesta también realizada por Osiptel, en la cual en el módulo de hogares se encuentran distintas preguntas de utilidad. Particularmente, se pregunta por la velocidad específica en el recibo de internet fijo. No obstante, el nivel de inferencia es departamental, por lo que de querer utilizarla a nivel provincial debemos agregar dos años. Al hacer esto, artificialmente aumentamos la muestra al nivel de análisis con ello suponiendo que entre los años de agregación no hubo cambios no observables significativos. Por esta razón, si bien se intentó hacer la estimación a este nivel de desagregación en el anexo E, se terminó descartando como modelo principal.

También se exploró el uso de otras bases de datos con significancia a nivel provincial como la ENAPRES (Encuesta Nacional de Programas Presupuestales) que también cuenta con variables

como la percepción de la población de 12 y más años en cuanto a la calidad del servicio recibido. No obstante, debido a que la variable dependiente estaba más relacionada con la velocidad no la tomamos en consideración como se explica en el anexo F.

Por todo lo mencionado anteriormente, se trabajará con la información del Punku en el módulo de información desagregada a nivel departamental, por lo que se tendrá un periodo de nueve años que comprende los años del 2015 al 2023 para 25 departamentos, teniendo un total de 225 datos. De esta manera, se debe precisar que el mercado relevante de la investigación es el de servicio de internet fijo residencial, excluyendo el internet móvil. Esta delimitación responde a las diferencias sustanciales en las características técnicas, patrones de uso y condiciones comerciales de ambos servicios. Si bien, el internet móvil ha mejorado significativamente en cobertura y velocidad en los últimos años, su funcionalidad como sustituto del internet fijo sigue siendo limitada para el consumidor promedio. Principalmente, el internet móvil está sujeto a restricciones de uso vinculadas a límites de datos (gigas contratadas), lo que restringe el consumo continuo de contenidos pesados como video en alta definición, trabajo remoto, educación virtual o videojuegos en línea, actividades que requieren una conexión más estable y de mayor capacidad. En cambio, el internet fijo ofrece una conexión de banda ancha más robusta y sin restricciones de consumo por volumen, lo que lo convierte en el medio preferente para el uso intensivo del hogar. Asimismo, los modelos tarifarios, la infraestructura asociada (cableado FTTH o HFC frente a redes celulares) y los incentivos de mercado son distintos. Por tanto, la competencia entre proveedores de internet fijo no puede analizarse adecuadamente incluyendo al internet móvil como un sustituto perfecto, ya que ambos servicios satisfacen necesidades diferentes y no son equivalentes desde el punto de vista del comportamiento del consumidor ni de la oferta comercial. Esta distinción es coherente con la definición de mercados relevantes establecida en estudios de competencia en telecomunicaciones (Chahuara y Trelles, 2014) y ha sido adoptada en la delimitación empírica del presente estudio.

Se consideró las siguientes variables de control:

Tabla 2: Fuentes de las variables de control

Variable	Fuente
Logaritmo de la densidad poblacional	INEI – Geodir (superficie (KM2)) SIRTOD - Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones (población)
Porcentaje de la población identificada como blanca por en la provincia i	ENAH0 (Módulo 5 - Empleo e Ingresos (p558c))
Logaritmo del PBI per cápita	INEI – SIRTOD
Porcentaje de la población con educación superior	ENAH0 (Módulo 3 - Educación (p301a))
Porcentaje de población entre 5 a 19 años	ENAH0 (Módulo 2 – características de los miembros del hogar (p208a))
Porcentaje de la población entre 20 a 34 años	
Porcentaje de la población mayor a 60 años	

Elaboración propia

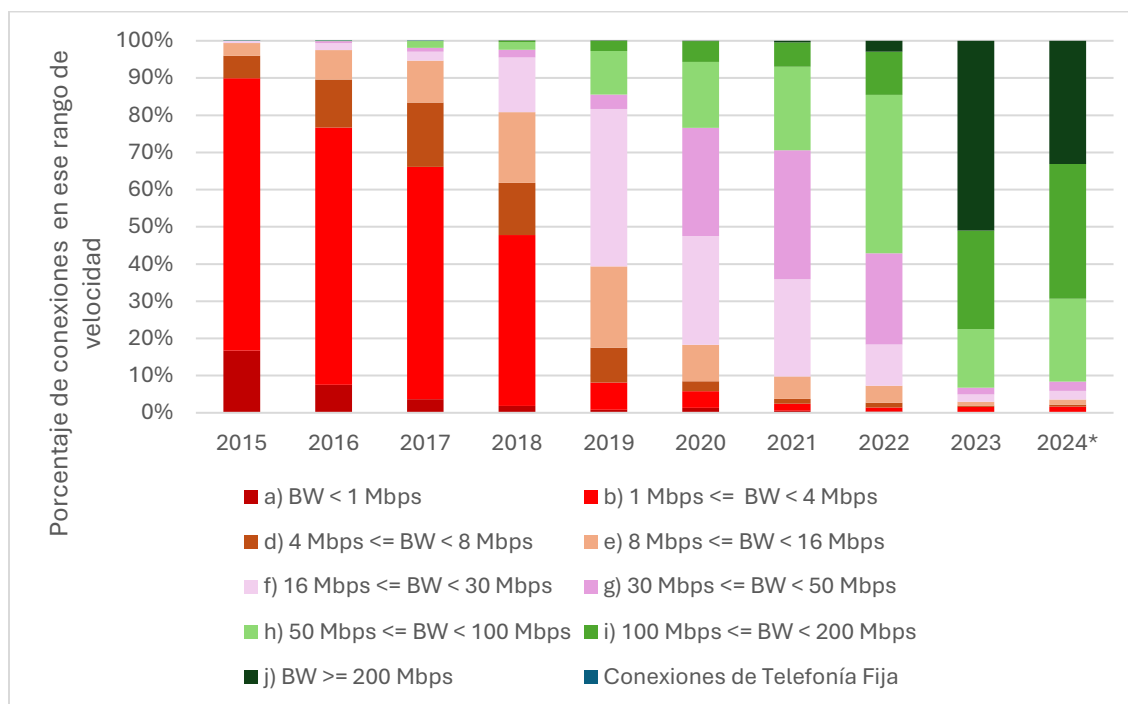
Se considera tres variables endógenas. Siguiendo a Reed y Watts (2018), se dividirá en tres rangos de velocidad de conexión de internet a la población en el departamento:

Tabla 3: Descripción de la variable endógena

Nombre	Variable	Tipo	Fuente
$\%Conexiones_i$	Porcentaje de conexiones en un departamento que tiene una velocidad de internet baja.	Numérica	Punku (Osiptel)
	Porcentaje de conexiones en un departamento que tiene una velocidad de internet medio.		
	Porcentaje de conexiones en un departamento que tiene una velocidad de internet alta.		

Elaboración propia.

Figura 9. Porcentaje del rango de velocidad de bajada a nivel nacional (2015-2024)

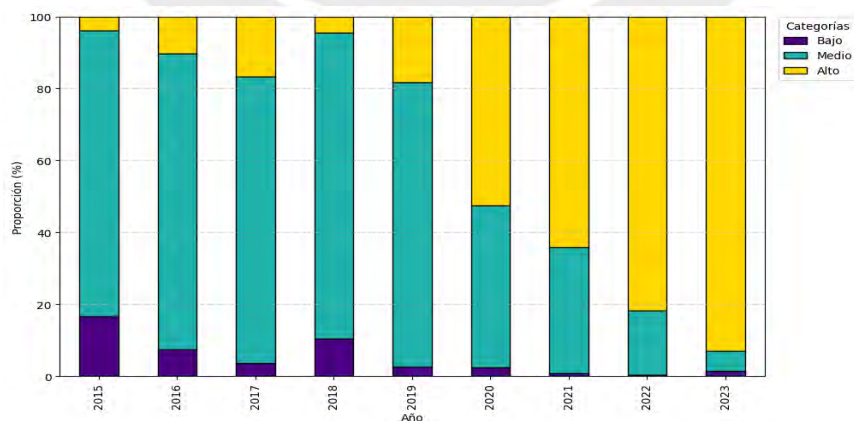


Fuente: Osiptel (2024b).

Elaboración propia.

La clasificación de los rangos se basa en la distribución observada en el gráfico 9 y en la definición de baja, media y alta velocidad de descarga, tal como se muestra en el gráfico 10. La división es la siguiente:

Figura 10. Distribución de los rangos de velocidad (2015-2023)



Fuente: Osiptel (2024b).

Elaboración propia.

Como se observa en la figura 10, esta clasificación se realizó para cada año mediante terciles, lo que implica que los distintos rangos de velocidad disponibles fueron ordenados de menor a mayor y agrupados en tres categorías relativas: Bajo, Medio y Alto. De esta forma, el análisis no impone una división estática de velocidades, sino que se adapta a la evolución tecnológica del mercado, permitiendo comparar años con distintas condiciones de infraestructura o disponibilidad comercial.

Durante el periodo 2015 al 2019, se observa que la mayoría de las conexiones se concentraban en el grupo Medio, el cual abarcaba los rangos de velocidad intermedios disponibles en cada año. Las velocidades clasificadas como Altas representaban una fracción muy pequeña del total de conexiones, y las velocidades Bajas aún conservaban cierta presencia, aunque decreciente. Este patrón revela una fase de transición inicial, en la que la mayor parte del mercado aún no había migrado hacia planes de alta velocidad, ya sea por restricciones de infraestructura, precios o preferencias del consumidor.

A partir del año 2020, el comportamiento del mercado cambia de manera significativa. Las conexiones categorizadas como de velocidad Alta comienzan a incrementar su participación de forma sostenida, superando el 50 % en ese año. En los años 2021 y 2022, esta tendencia se consolida, evidenciando una modernización progresiva en la contratación de planes con mayores velocidades de bajada. Para el año 2023, la categoría Alta domina claramente el mercado, concentrando cerca del 90 % del total de conexiones, mientras que las velocidades Medias se reducen y las Bajas prácticamente desaparecen del sistema.

Este comportamiento refleja un cambio estructural en el patrón de consumo del servicio de internet fijo residencial, el cual puede estar asociado a diversos factores, como la expansión de la infraestructura de redes de fibra óptica principalmente privadas, la reducción de precios relativos de planes de mayor capacidad, el aumento de las exigencias de conectividad por parte de los hogares, así como las secuelas del contexto pandémico, que aceleró la demanda por conexiones más rápidas y estables. La clasificación dinámica por terciles utilizada en este análisis permite captar estos desplazamientos de manera más precisa que una categorización rígida, brindando una representación fiel de la transformación del mercado durante el periodo de estudio.

Por otro lado, la división de velocidades se hace siguiendo a Reed y Watts (2018) con el objetivo de considerar grupos de análisis en los cuales puede suceder que algunos departamentos tienen

distinto accesos a velocidades mínimas y máximas de conexión. Efectivamente, en muchos casos, no toda la población dentro de un determinado departamento tiene posibilidad real de contratar una velocidad mínima de internet debido a diversas razones: disponibilidad limitada de infraestructura, restricciones económicas, falta de cobertura comercial o decisiones de inversión diferenciadas por parte de los operadores. Aunque no se cuenta con datos precisos y sistemáticos que midan directamente esa brecha, como indicadores de cobertura efectiva por velocidad o mapas de infraestructura, el patrón de velocidades efectivamente contratadas por los usuarios permite capturar la expresión empírica de esas restricciones. Es decir, la distribución observada de las velocidades contratadas actúa como una proxy razonable del acceso efectivo a diferentes niveles de calidad del servicio.

Además, respecto a las características de las variables independientes se puede observar lo siguiente:

Tabla 4. Estadística descriptiva de las variables exógenas

Variable	Año	Promedio	Error est.	Min	Max
IHH	2015	7512.15	1845.87	3764.95	10000.00
	2016	7012.01	1804.31	3608.01	9952.82
	2017	6312.15	1566.67	3648.74	9935.13
	2018	6295.55	1431.99	4778.02	9954.34
	2019	5662.64	1316.77	4121.49	9623.43
	2020	4798.08	1077.41	2798.85	9214.26
	2021	4494.80	1066.49	2718.61	8798.48
	2022	4043.40	784.29	2278.87	5813.56
	2023	3440.65	661.12	2122.12	4713.39
Número de empresas	2015	3.88	2.03	1.00	10.00
	2016	4.92	2.22	2.00	12.00
	2017	5.88	2.98	2.00	14.00
	2018	5.32	1.82	3.00	11.00
	2019	5.68	1.73	4.00	11.00
	2020	6.24	2.85	4.00	18.00
	2021	7.16	4.24	4.00	26.00
	2022	8.64	5.30	4.00	31.00
	2023	10.56	5.30	6.00	31.00
Logaritmo de densidad poblacional	2015	3.29	1.57	0.48	8.84
	2016	3.29	1.57	0.53	8.84
	2017	3.28	1.57	0.59	8.84
	2018	3.27	1.57	0.64	8.85
	2019	3.29	1.57	0.68	8.87
	2020	3.33	1.58	0.71	8.95
	2021	3.33	1.59	0.75	8.97
	2022	3.34	1.59	0.78	8.99
	2023	3.35	1.59	0.81	9.01
Porcentaje de blancos	2015	3.94	3.64	0.21	14.65
	2016	4.09	3.80	0.13	15.70
	2017	4.35	3.76	0.14	15.46
	2018	3.81	2.97	0.13	12.11
	2019	3.76	3.28	0.20	13.17
	2020	4.04	3.55	0.26	14.83

	2021	3.77	3.55	0.11	13.04
	2022	3.83	3.65	0.23	13.30
	2023	3.99	3.95	0.35	15.37
PBI per capita	2015	13.52	9.27	5.35	49.09
	2016	14.17	9.11	5.85	48.03
	2017	14.56	8.94	6.70	47.65
	2018	14.97	8.83	6.96	47.44
	2019	14.99	8.49	6.85	44.61
	2020	12.95	8.07	6.50	44.54
	2021	14.61	10.07	6.93	55.94
	2022	14.97	11.11	6.87	62.13
	2023	15.48	14.05	6.91	78.35
	Porcentaje con educación superior	2015	10.68	4.06	5.57
2016		11.40	4.33	5.81	19.76
2017		11.65	4.32	5.86	18.95
2018		11.88	4.28	5.94	20.11
2019		12.36	4.70	6.90	21.06
2020		12.64	4.50	6.94	22.73
2021		12.38	4.17	7.45	22.16
2022		12.67	4.32	7.16	21.47
Porcentaje de la pob. entre 5 a 19	2015	29.60	3.70	22.80	36.08
	2016	29.13	3.44	23.38	35.13
	2017	28.67	3.62	22.47	35.30
	2018	28.54	3.36	22.39	35.37
	2019	28.33	3.46	21.81	36.18
	2020	29.16	3.36	23.12	35.89
	2021	28.77	3.26	23.01	35.77
	2022	28.39	3.18	23.12	34.51
Porcentaje de la pob. entre 20 a 34	2015	28.09	3.35	21.19	35.02
	2016	20.17	1.95	15.02	23.35
	2017	20.15	1.89	16.49	23.51
	2018	19.50	2.12	15.01	22.64
	2019	18.85	2.12	14.31	22.58
	2020	18.77	1.87	15.16	22.01
	2021	18.99	1.57	16.05	22.08
	2022	19.12	1.43	15.82	21.70
Porcentaje de la pob. de más de 60	2023	19.05	1.66	16.45	21.96
	2015	19.26	1.71	16.16	22.32
	2016	13.43	2.77	7.71	18.32
	2017	13.79	2.66	7.72	18.57
	2018	14.53	2.82	8.24	18.38
	2019	15.33	2.89	8.52	20.51
	2020	15.96	3.26	8.79	22.16
	2021	14.73	2.54	9.07	18.59
2022	15.56	2.83	10.10	19.98	
2023	15.85	2.82	10.15	22.00	
2023	16.14	3.00	9.73	21.64	

Fuente: Osiptel (2024b) e INEI (2024).

Elaboración propia.

Primero, en algunas regiones, los valores del IHH se aproximan al umbral de 10,000, señal de monopolios absolutos, mientras que en otras la concentración ha disminuido notablemente con valores más cercanos a mercados competitivos. Esta dispersión refleja una dinámica en la que algunos mercados han avanzado hacia mayor competitividad, mientras que otros permanecen dominados por uno o dos operadores principales.

Segundo, el número de empresas operadoras complementa este panorama. En promedio, los departamentos cuentan con entre tres y cinco empresas activas, aunque la variación es significativa. Algunas regiones muestran un claro crecimiento en la entrada de nuevos operadores, promoviendo una competencia más robusta, mientras que otras permanecen rezagadas, con un limitado número de competidores.

Tercero en cuanto a las características demográficas, la densidad poblacional y el ingreso per cápita revelan patrones que refuerzan las desigualdades entre las regiones. Los departamentos más urbanizados y económicamente dinámicos tienden a concentrar los ingresos más altos y densidades mayores, factores que, a su vez, impulsan la entrada de nuevos operadores y mejoran la calidad del servicio. Por el contrario, las zonas menos densamente pobladas enfrentan mayores desafíos para atraer inversiones en infraestructura.

Cuarto, el porcentaje de población con educación superior subraya cómo el nivel educativo de una región influye en la evolución de su mercado de internet. Los departamentos con mayores tasas de educación superior suelen estar vinculados a una menor concentración y una mayor competencia, sugiriendo una mayor demanda por servicios de calidad y una disposición más alta para adoptar nuevas tecnologías.

Quinto, los datos demográficos relacionados con los grupos etarios destacan un interesante comportamiento del mercado. Las regiones con un porcentaje elevado de población joven (5-19 años y 20-34 años) tienden a mostrar un crecimiento más rápido en el acceso a rangos de velocidad más altos, probablemente impulsado por la alta demanda de servicios digitales por parte de estos segmentos. En contraste, las regiones con una mayor proporción de población mayor a 60 años presentan retos para captar inversiones en conectividad, perpetuando las brechas de calidad.

Por último, se debe desarrollar un aspecto relevante durante el proceso metodológico de estimación, la cual es la relación entre la infraestructura de los servicios de internet y la intensidad de la competencia. Efectivamente, en un mercado económico normal se podría sostener que la infraestructura constituye una condición previa para que exista competencia efectiva, en tanto su disponibilidad determina si los operadores pueden ingresar a un mercado y ofrecer servicios. Sin embargo, esta visión lineal y exógena de la infraestructura no se sostiene plenamente en el contexto institucional y comercial del mercado peruano de internet fijo residencial. En primer lugar, debe considerarse que la existencia de infraestructura no garantiza competencia per se, ya que lo que

realmente determina la estructura del mercado es el acceso efectivo a dicha infraestructura, lo cual depende de decisiones estratégicas de las empresas y de las regulaciones vigentes. Un operador dominante puede poseer redes troncales o de última milla y decidir subarrendarlas a terceros bajo condiciones comerciales que incentiven o desincentiven la entrada de competidores. De manera similar, la infraestructura pública, como la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, ha estado disponible desde 2016, pero su utilización efectiva ha sido muy limitada debido a factores contractuales, costos de acceso, rigidez tarifaria y ausencia de redes complementarias de acceso local (Munte, 2023).

En segundo lugar, la regulación peruana contempla la figura de Proveedor Importante, que obliga a ciertos operadores (como por ejemplo Telefónica) a compartir su infraestructura con terceros bajo principios de neutralidad, no discriminación y tarifas razonables (Decreto Legislativo N.º 1019 y Ley N.º 29904). En este marco, es posible que la infraestructura física permanezca constante mientras que el número de operadores y la intensidad de la competencia aumenten, únicamente por efectos de regulación o acuerdos de acceso mayorista. Por tanto, se refuerza la idea de que la competencia no está determinada únicamente por la infraestructura existente, sino por las condiciones de acceso a esta, las cuales pueden estar influenciadas por factores institucionales, incentivos económicos, barreras administrativas y estrategia empresarial. Esto implica que la infraestructura no es, en estricto sentido, una variable completamente exógena al modelo estimado.

Finalmente, incluso cuando las empresas deciden desplegar nueva infraestructura, esta decisión no responde exclusivamente a la ausencia de redes existentes, sino al análisis estratégico de viabilidad comercial, retorno esperado, perfil demográfico del mercado y amenaza competitiva (en términos generales una estimación de demanda efectiva). En regiones con baja densidad poblacional o escasa capacidad de pago, la presencia de infraestructura puede no traducirse en competencia efectiva; mientras que, en otras con alta demanda, la existencia de redes compartidas puede generar un entorno altamente competitivo sin necesidad de nuevas inversiones. En consecuencia, se sostiene que la infraestructura debe entenderse como una variable intermedia y no causal en la relación entre competencia y calidad del servicio. Bajo este enfoque, el uso de modelos de efectos fijos en panel permite controlar por los efectos invariables en el tiempo relacionados con la infraestructura física inicial, y se evita así incurrir en un sesgo atribuible a la omisión de una variable estructural relativamente estable durante el periodo de análisis (2015–2023).

8. Metodología

Se estimará mediante modelo de datos panel con efectos fijos para el periodo de 2015 a 2023 y a nivel departamental.

$$\%Velocidad_{it} = \alpha + \beta_1empresas_{it} + \beta_2IHH_{it} + \omega X_{it} + e_{it}$$

Donde:

- $\%Velocidades_i$: porcentajes de las conexiones en el departamento i en el periodo t que tiene una velocidad de internet de bajada dentro del rango bajo, medio y alto.
- $empresas_{it}$: Numero de empresas operadoras en el departamento i en el año t.
- IHH_{it} : IHH en el departamento i en el periodo t
- X_{it} : Variables de control

Tabla 5: Variables consideradas al estimar el modelo de panel de datos

Nombre	Variable	Tipo	Referencia	Fuente
$\%Velocidad_{it}$	porcentaje de las conexiones en el departamento i en el periodo t que tiene una velocidad de internet baja en cada año	Numérico	Reed y Watts (2018)	Punku (Osiptel) 2.1. CONEXIONES DE INTERNET FIJO
	porcentajes de las conexiones en el departamento i en el periodo t que tiene una velocidad de internet media en cada año	Numérico	Reed y Watts (2018)	
	porcentajes de las conexiones en el departamento i en el periodo t que tiene una velocidad de internet alta en cada año	Numérico	Reed y Watts (2018)	
$empresas_{it}$	Número de empresas operadoras en el departamento i en el año t	Numérico	Prieger et al. (2015)	
IHH_{it}	IHH del departamento i en el año t	Numérico	Wilson (2015)	
X_{it}	Logaritmo de la densidad poblacional en el departamento i en el año t	Numérico	Grubestic y Murray (2004)	SIRTOD - INEI
	Porcentaje de la población identificada como blanca por en el departamento i en el año t	Numérico	Reed y Watts (2018)	ENAHO (Módulo 5 - Empleo e Ingreso)
	PBI per cápita en el departamento i en el año t	Numérico	Molnar y Savage (2017)	INEI
	Porcentaje de la población con educación superior en el departamento i en el año t	Numérico	Molnar y Savage (2017)	ENAHO (Módulo 3 - Educación)
	Porcentaje de población entre 5 a 19 años en el departamento i en el año t	Numérico	Molnar y Savage (2017)	ENAHO (Módulo 2 – características de los miembros del hogar)
	Porcentaje de la población entre 20 a 34 años en el departamento i en el año t	Numérico	Molnar y Savage (2017)	
	Porcentaje de la población mayor a 60 años en el departamento i en el año t	Numérico	Molnar y Savage (2017)	

Elaboración propia.

9. Resultados

En la tabla 6, 7 y 8 se presentan dos estimaciones para cada rango, debido a que en la tabla 9 ejecutamos tests de heterocedasticidad y autocorrelación para todas las regresiones con el propósito de cerciorarnos que los resultados sean robustos. A la izquierda, se muestra una estimación de panel de efectos fijos y a la derecha una estimación con errores robustos. La razón de realizar esta segunda estimación es que el modelo presenta ligera heterocedasticidad tanto para el rango bajo y alto.

Tabla 6: Resultados de la estimación para el rango de velocidad bajo

Variable	Panel Efectos Fijos		Panel con errores estándar robustos			
	Coefficiente	Error Est.	Coefficiente	Error Est.	T-valor	P-valor
IHH	0.004	0.001	0.004	0.001	5.171	0.000
Número de empresas	0.5284	0.353	0.5284	0.306	1.729	0.090
Logaritmo de densidad poblacional	-5.6422	12.920	-5.6422	11.849	-0.476	0.635
Porcentaje de blancos	-2.4872	0.859	-2.4872	0.824	-3.019	0.002
PBI per capita	-0.0105	0.530	-0.0105	0.141	-0.074	0.940
Porcentaje con educación superior	-0.3329	0.868	-0.3329	0.928	-0.359	0.720
Porcentaje de la pob. entre 5 a 19	2.4529	1.120	2.4529	1.156	2.121	0.0352
Porcentaje de la pob. entre 20 a 34	1.3224	1.152	1.3224	0.966	1.370	0.172
Porcentaje de la pob. de más de 60	0.1912	1.115	0.1912	0.994	0.192	0.848
R-Cuadrado	0.4015		0.7554			
F	14.236		98.621			
Prob (F)	0		0			

Elaboración propia.

Tabla 7: Resultados de la estimación para el rango de velocidad medio

Variable	Panel Efectos Fijos		Panel con errores estándar robustos			
	Coefficiente	Error Est.	Coefficiente	Error Est.	T-valor	P-valor
IHH	0.004	0.001	0.004	0.001	-8.217	0.001
Número de empresas	-4.030	0.689	-4.030	0.823	2.809	0.000
Logaritmo de densidad poblacional	-93.500	25.268	-93.500	26.590	3.772	0.005
Porcentaje de blancos	0.5043	1.680	0.5043	1.780	0.619	0.777
PBI per capita	-1.8689	0.562	-1.8689	0.382	2.788	0.000
Porcentaje con educación superior	-5.3437	1.348	-5.3437	1.690	4.226	0.002
Porcentaje de la pob. entre 5 a 19	-8.1622	2.342	-8.1622	2.098	2.978	0.001
Porcentaje de la pob. entre 20 a 34	-7.7807	2.252	-7.7807	1.987	2.234	0.001
Porcentaje de la pob. de más de 60	-5.9141	2.181	-5.9141	2.088	2.771	0.005
R-Cuadrado	0.6205		0.7024			
F	34.702		73.414			
Prob (F)	0		0			

Elaboración propia.

Tabla 8: Resultados de la estimación para el rango de velocidad alto

Variable	Panel Efectos Fijos		Panel con errores estándar robustos			
	Coefficiente	Error Est.	Coefficiente	Error Est.	T-valor	P-valor
IHH	-0.008	0.000	-0.008	0.001	-3.555	0.001
Número de empresas	3.501	0.621	3.501	0.700	4.429	0.000
Logaritmo de densidad poblacional	99.142	22.778	99.142	25.340	1.892	0.060
Porcentaje de blancos	1.983	1.514	1.983	1.543	0.983	0.327
PBI per capita	1.879	0.506	1.879	0.430	6.135	0.000
Porcentaje con educación superior	5.677	1.530	5.677	1.551	3.710	0.003
Porcentaje de la pob. entre 5 a 19	5.709	2.111	5.709	0.790	2.704	0.075
Porcentaje de la pob. entre 20 a 34	6.458	2.030	6.458	0.744	3.181	0.017
Porcentaje de la pob. de más de 60	5.723	1.966	5.723	0.734	2.911	0.004
R-Cuadrado	0.7503		0.7503			
F	63.766		63.766			
Prob (F)	0		0			

Elaboración propia.

Tabla 9: Pruebas de heterocedasticidad

	Breusch-Pagan (p-value)	White (p-value)	Durbin-Watson
Rango bajo	0.01	0.000	1.72
Rango medio	0.25	0.002	1.16
Rango alto	0.01	0.007	1.16

Elaboración propia.

Los resultados muestran importantes implicancias en cómo actúa la competencia en los distintos rangos de velocidad. En esta tesis se ha considerado dos variables para aproximarnos a la competencia: el IHH y el número de empresas presentes en la jurisdicción. Los resultados demuestran que, si bien ambas variables son significativas en todos los rangos, el IHH tiene una influencia más reducida en la variación del porcentaje de personas que acceden a los rangos de velocidad que el número de empresas.

En el rango de velocidad baja, el coeficiente del IHH es de 0.004 (valor t de 5.171 y $p < 0.01$), lo que indica que una mayor concentración de mercado incrementa el porcentaje de usuarios conectados a bajas velocidades. Por otro lado, el efecto del número de empresas, cuyo coeficiente de 0.5284 ($t = 1.729$; $p < 0.10$) no significativo al 5% revela que la concentración hace que haya bajas velocidades en el mercado.

En el rango de velocidad media, el IHH presenta un coeficiente positivo de 0.004 ($t = -8.217$; $p < 0.01$), de modo que una mayor concentración de mercado aumenta la proporción de conexiones en este segmento de calidad. Paralelamente, el número de empresas registra un coeficiente de -4.030 ($t = 2.809$; $p = 0.000$), lo que confirma que la competencia no contribuye a expandir el acceso a velocidades medias. A comparación del modelo con rangos bajos, este coeficiente es significativo y con signo alternativo. Esto refleja que la concentración hace que las velocidades de nivel intermedio aumenten.

En el rango de velocidad alta, se observa que el IHH tiene un efecto negativo de -0.008 ($t = -3.555$; $p = 0.001$), mientras que el número de empresas exhibe un coeficiente de 3.501 ($t = 4.429$; $p < 0.01$).

En ese sentido, si bien en el rango de velocidad baja, el hecho tener un mayor IHH haría que el porcentaje de personas que acceden a esta calidad se incremente, resulta más importante la presencia de un menor número de empresas en el departamento. Es decir, cuando existen limitadas opciones de ISP en un departamento que de por sí ya cuenta con una velocidad de descarga de internet baja, resulta importante la entrada de una ISP nueva. Precisamente políticas como la compartición de infraestructura (Decreto Legislativo N° 1019 y la Ley N° 29904) y la neutralidad de red, hizo que se incrementara el número de empresas participantes de manera sostenida en el periodo evaluado, lo cual fue acompañado del notorio incremento en la velocidad de manera generalizada. Por el contrario, como se explicó, para el rango alto, la relación es contraria. A mayor IHH y a menor número de empresas operadoras, menor porcentaje de conexiones de buenas velocidades de internet (altas). En adición, los resultados se mantienen cuando reestimamos el modelo robusto, lo cual se realiza para corregir problemas de heterocedasticidad que puede presentar los errores de las estimaciones propuestas.

El análisis de las variables socioeconómicas revela que el PBI departamental per cápita ejerce un efecto estadísticamente significativo en los rangos de velocidad medio y alto. Para velocidades bajas, el coeficiente de -0.0105 ($t = -0.074$) indica que los departamentos con menores ingresos tienden a concentrarse en conexiones de menor calidad, aunque este no sea significativo. A su vez, en el rango medio, el PBI departamental per cápita se vuelve significativo estadísticamente con un coeficiente de -1.8689. Sin embargo, en velocidades altas, el PBI per cápita toma valores positivos (1.879, respectivamente), lo cual sugiere que mayores niveles de ingreso impulsan el uso de

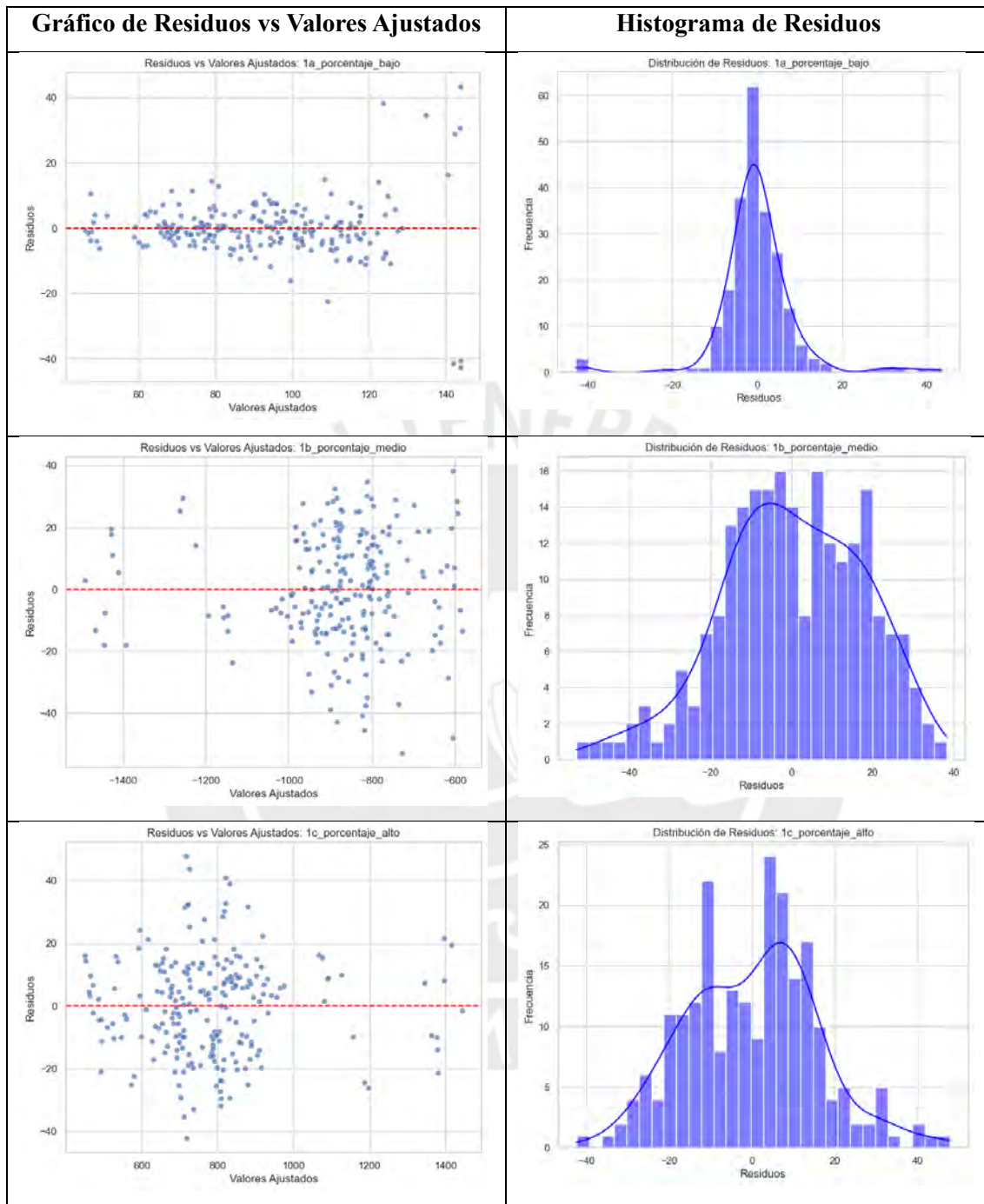
velocidades más elevadas. Es así como, departamentos donde las personas perciban menores ingresos per cápita tienden a tener un porcentaje de conexiones de baja velocidad y, es decir, una calidad de internet deficiente. Por el contrario, departamentos donde el ingreso per cápita de las personas es mayor tienden a presentar un mayor número de conexiones de internet en rangos medios y altos. Con ello, se podría entender el perfil de usuario de internet residencial peruano en el periodo evaluado que no tiene la disponibilidad a pagar o las preferencias para optar por conexiones de internet elevadas.

El nivel educativo contribuye igualmente a la adopción de velocidades más rápidas, con un coeficiente positivo con conexiones altas (5.677, respectivamente) con un nivel de significancia menor al 5%. Esto se debe a que a mayor nivel educativo promedio en la población del departamento hace más probable que el porcentaje de conexiones altas se incremente en detrimento de las conexiones de internet de baja velocidad. Por otro lado, la edad no presenta patrones claros en los primeros rangos, pero cobra relevancia para velocidades altas, pues la población entre 20 y 34 años (6.438; $t = 3.181$; $p = 0.02$), el cual es un rango de etario que se caracteriza por el uso de internet más intensivo, muestra disposición a costear planes con conexiones altas.

Por último, por la naturaleza de la encuesta, en la cual se considera primordialmente la percepción antes que un hecho factual, la variable porcentaje de población blanca no resulta significativa. Esta se incluyó por la posible relación de que personas con test más clara tengan mayores oportunidades, tanto de presupuesto como de acceso a educación, para considerar que tener un internet de alta velocidad corresponde a su disponibilidad a pagar.

Para diagnósticos adicionales, añadimos el análisis de “Gráfico de Residuos vs Valores Ajustados” y el “Histograma de Residuos”.

Tabla 10: Análisis de residuos



Elaboración propia.

En el modelo de rango bajo, el gráfico de residuos frente a valores ajustados sugiere que los residuos están distribuidos de manera aleatoria alrededor de la línea roja, lo que indica la ausencia de patrones sistemáticos significativos. Sin embargo, se identificaron algunos valores atípicos que

podrían influir en el ajuste del modelo. En cuanto al histograma, los residuos muestran una distribución razonablemente simétrica, con un ligero pico en el centro, lo cual no parece afectar sustancialmente la validez del modelo. Para el modelo de rango medio, los gráficos muestran un comportamiento adecuado: los residuos están bien distribuidos sin patrones evidentes de heterocedasticidad, y el histograma indica una distribución cercana a la normalidad, aunque con un leve sesgo a la derecha. Esto refuerza la robustez de este modelo en términos de residuos.

Por el contrario, el modelo rango alto presenta ciertos desafíos debido a que gráfico de residuos revela un agrupamiento en torno a ciertos valores ajustados, lo cual podría ser un indicio de una especificación insuficiente del modelo o la falta de términos no lineales. Además, el histograma muestra una asimetría, con una cola más larga a la derecha, lo que sugiere que los residuos no son completamente normales, lo cual podría impactar las inferencias estadísticamente válidas.

Tabla 11: Test de significancia global

	Estadístico F	p-valor
Rango bajo	1.6614	0.1923
Rango medio	1.8614	0.1580
Rango alto	0.9218	0.3994

Elaboración propia.

Además, aplicando la prueba RESET de Ramsey con la hipótesis nula de que los modelos están correctamente especificados. Los resultados son consistentes en los tres casos, indicando que no se detectaron problemas de especificación funcional.

10. Conclusiones

El mercado peruano de internet fijo residencial sigue siendo una industria oligopólica, caracterizada por una alta concentración de mercado y una limitada cantidad de operadores principales. Este escenario es evidente en nuestros resultados, donde el IHH y el número de ISP refleja un impacto positivo en la proporción de conexiones lentas y un impacto negativo en las rápidas. Según Carlton y Perloff (2015), la concentración del mercado tiende a reducir la competencia efectiva, lo que genera precios más altos, menores incentivos para la innovación y una calidad del servicio comprometida. Este fenómeno queda ilustrado en el análisis departamental realizado entre 2015 y 2023, donde se observó que las regiones con mercados altamente concentrados enfrentan mayores desafíos para mejorar las condiciones de conectividad, perpetuando desigualdades significativas entre zonas urbanas y rurales.

Por el contrario, el incremento en el número de empresas operadoras en el mercado se identifica consistentemente como un factor clave para mitigar los efectos negativos de la concentración. En particular, el modelo de datos panel demuestra que la entrada de nuevos competidores fomenta mejoras en la calidad del servicio, al reducir la proporción de conexiones lentas y aumentar las rápidas. Este hallazgo es consistente con la teoría de competencia perfecta, que señala que una mayor cantidad de operadores en el mercado incentiva la inversión en infraestructura tecnológica y estrategias competitivas para captar clientes, como también lo sostienen Molnar y Savage (2017). Este fenómeno tiene implicancias directas para las políticas públicas, subrayando la necesidad de reducir las barreras burocráticas para la entrada de nuevos operadores, así como de facilitar el acceso a licencias y a infraestructura compartida.

Los factores demográficos y socioeconómicos también juegan un papel determinante en la calidad del servicio de internet fijo. El logaritmo de la densidad poblacional, por ejemplo, muestra un impacto significativo en los tres rangos de velocidad de conexión analizados. Esto es consistente con las conclusiones de Carlton y Perloff (2015), quienes destacan que las economías de escala y alcance son más pronunciadas en áreas densamente pobladas, donde el costo de desplegar infraestructura se distribuye entre un mayor número de usuarios. Como resultado, estas áreas tienden a disfrutar de mejores velocidades de conexión. Sin embargo, esta dinámica deja a las zonas rurales y de baja densidad poblacional en desventaja, perpetuando brechas estructurales en el acceso a un servicio de calidad, una problemática recurrente en mercados en desarrollo. En este

contexto, subsidios o incentivos fiscales podrían ser herramientas clave para estimular inversiones en estas áreas.

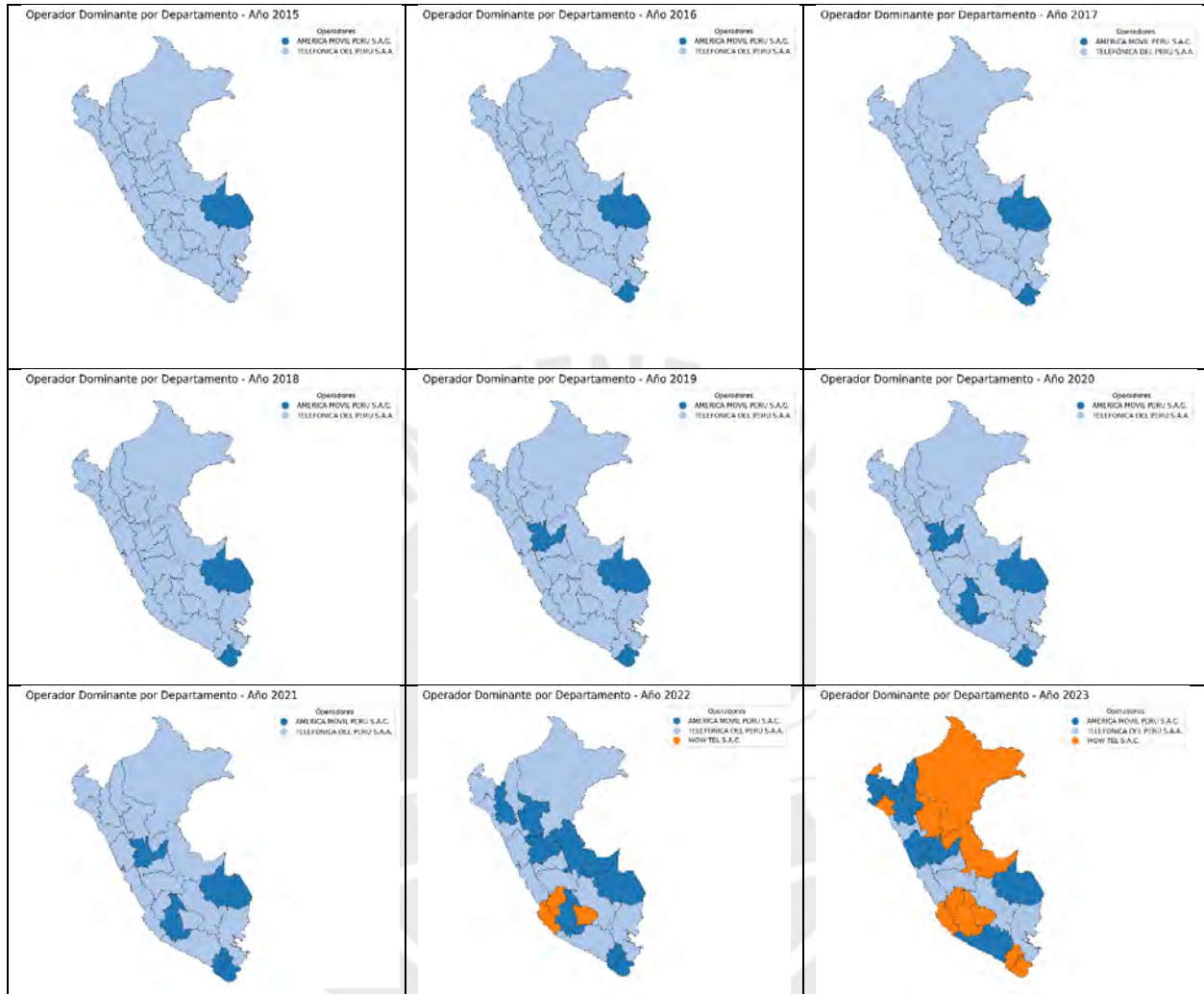
El análisis también revela una relación significativa entre variables relacionadas con la educación y la calidad del servicio. El porcentaje de la población con educación superior y el logaritmo del PBI per cápita están positivamente correlacionados con un aumento en las velocidades de conexión, lo que refuerza la conexión entre ingresos, educación y la adopción de tecnologías avanzadas, como lo argumentan Greenstein (2020) y Wallsten (2005). Por otro lado, los datos muestran que el porcentaje de población identificada como blanca no tiene un impacto estadísticamente significativo, lo que sugiere que las características étnicas no representan una barrera directa en este mercado, en contraste con variables como la educación o los ingresos.

Un análisis adicional sobre las características demográficas muestra que los grupos etarios también desempeñan un rol importante. Las regiones con una mayor proporción de jóvenes entre 5 y 19 años, así como entre 20 y 34 años, muestran mejoras más dinámicas en la calidad del servicio, debido a la alta demanda educativa, profesional y de entretenimiento digital de estos segmentos. Esto coincide con lo señalado por Wallsten y Mallahan (2010), quienes argumentan que las preferencias de estos grupos etarios son un incentivo clave para la expansión de infraestructura tecnológica. Por otro lado, regiones con una población mayor a 60 años enfrentan retos adicionales para atraer inversión, perpetuando desigualdades en la calidad del servicio, como destaca Prieger (2015).

Los hallazgos también confirman la importancia de promover la competencia en el mercado. Es imperativo implementar regulaciones más estrictas para evitar prácticas monopólicas y fomentar acuerdos de compartición de infraestructura, como lo recomiendan Osiptel (2023) y Montenegro y Araral (2019). Estas medidas no solo reducirían la concentración excesiva, sino que también incentivarían mejoras en la calidad del servicio y en la cobertura, especialmente en regiones rezagadas. Adicionalmente, la alfabetización digital y el acceso a educación superior pueden potenciar la adopción de mejores tecnologías de conectividad, reforzando las capacidades locales para reducir la brecha digital.

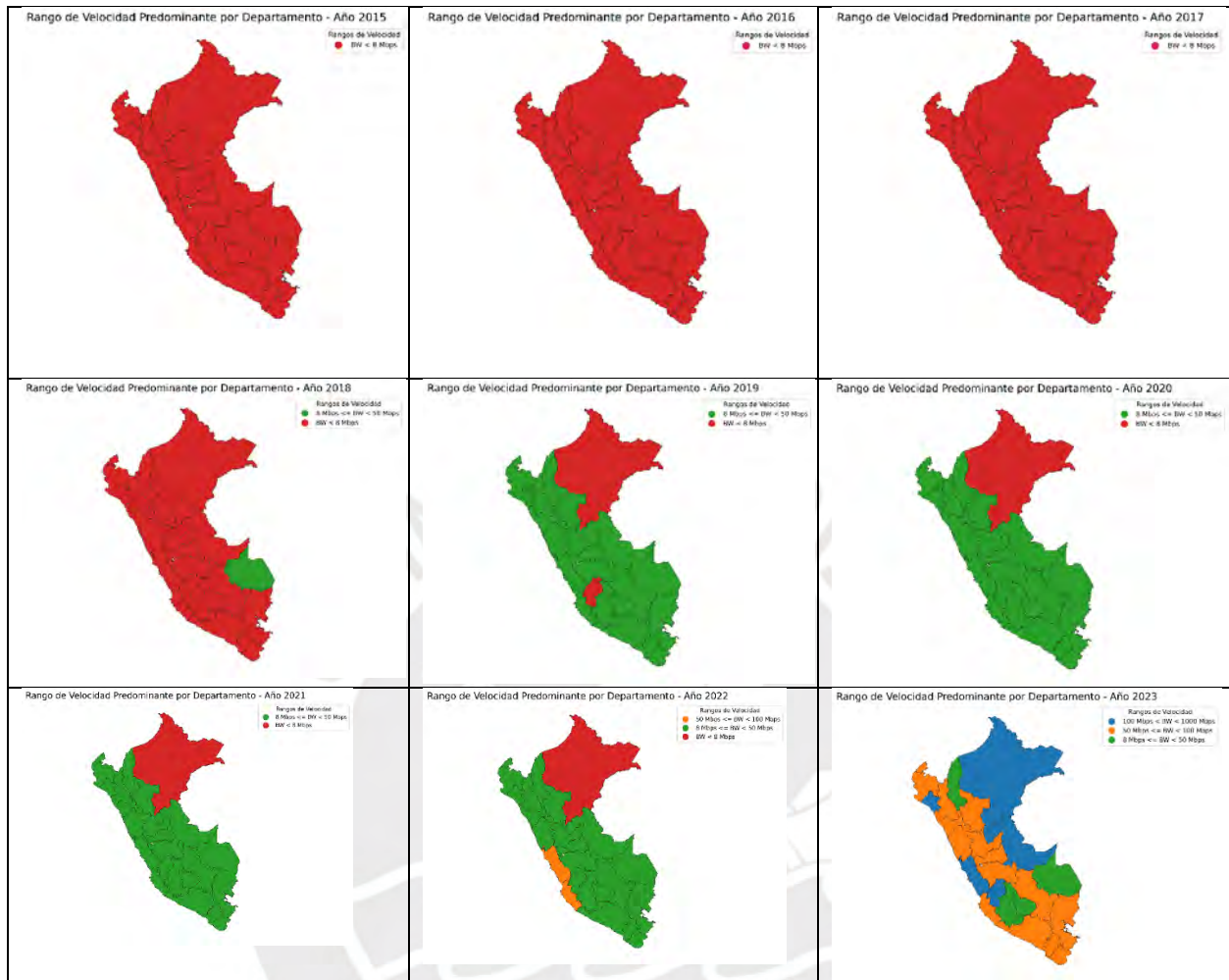
11. Anexos

A. Evolución de la empresa dominante en el mercado de internet fijo por departamento



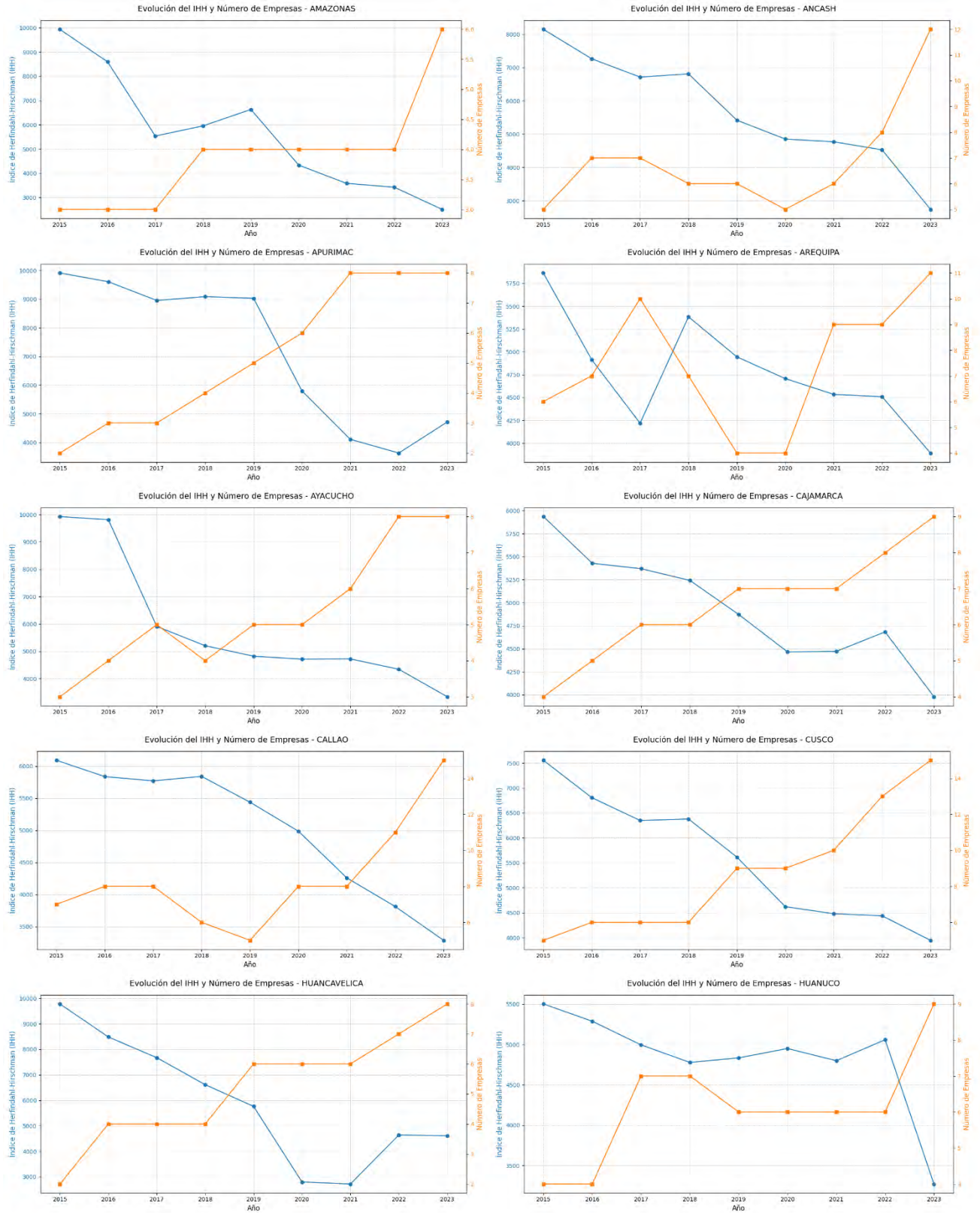
En los primeros años, Telefónica mantenía una posición hegemónica en casi todo el país, mientras que América Móvil ocupaba un espacio limitado. Sin embargo, a medida que avanzan los años, se observa una creciente diversificación con la entrada de nuevos actores como Wow Tel S.A.C., especialmente evidente en 2022 y 2023, donde su presencia aumenta significativamente en diversas regiones. Este cambio refleja la intensificación de la competencia y los esfuerzos por reducir la concentración en el mercado, impulsando potencialmente una mejora en la calidad del servicio para los usuarios.

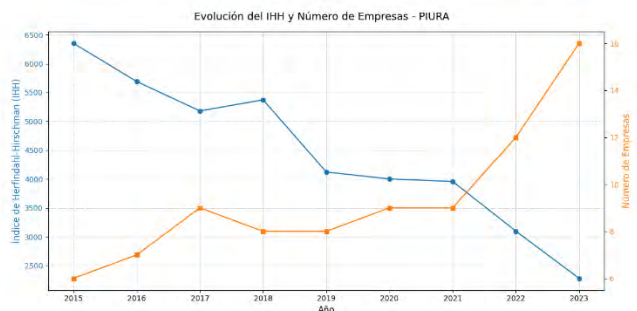
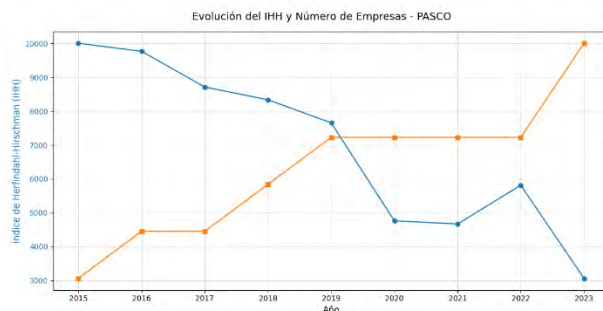
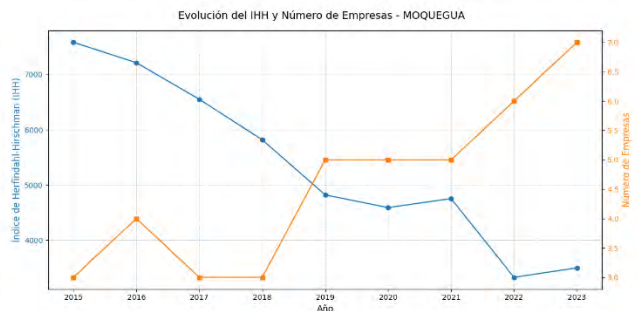
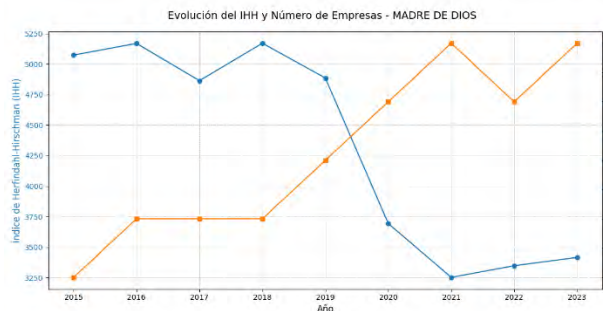
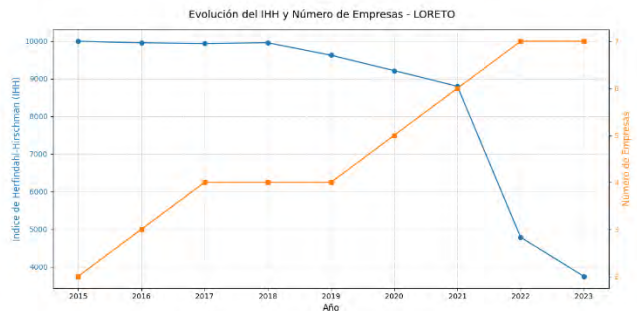
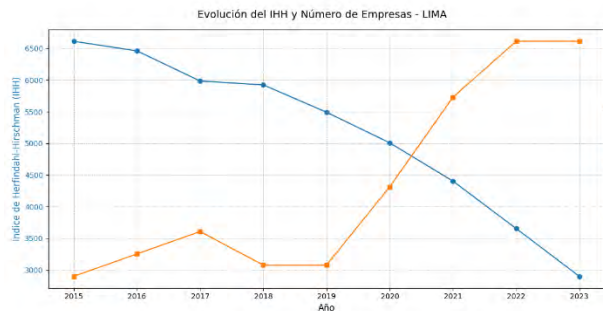
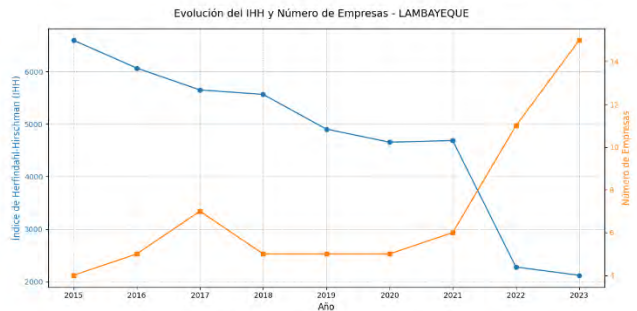
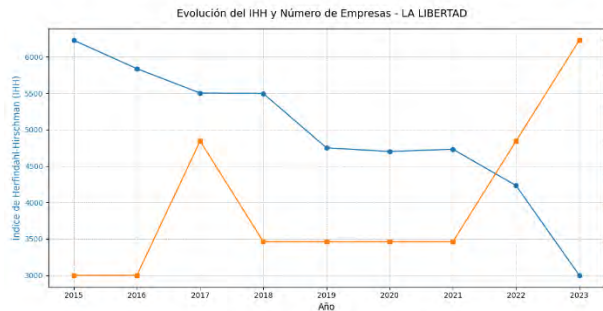
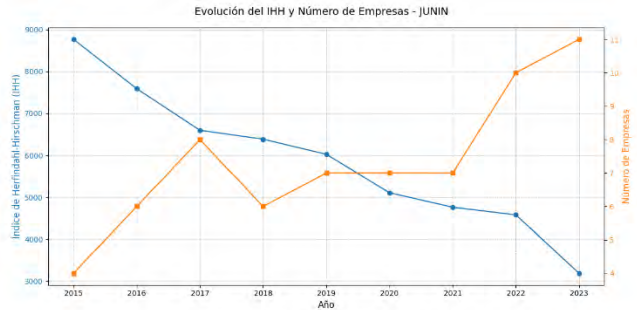
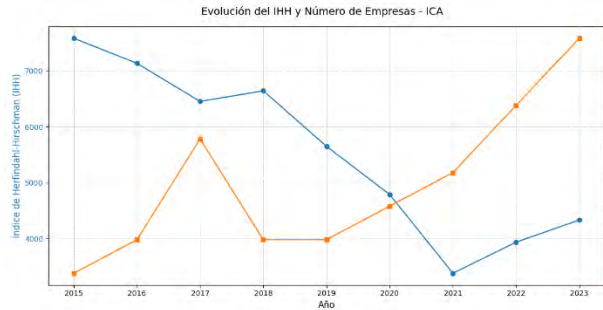
B. Evolución de rango de velocidades predominantes por departamento

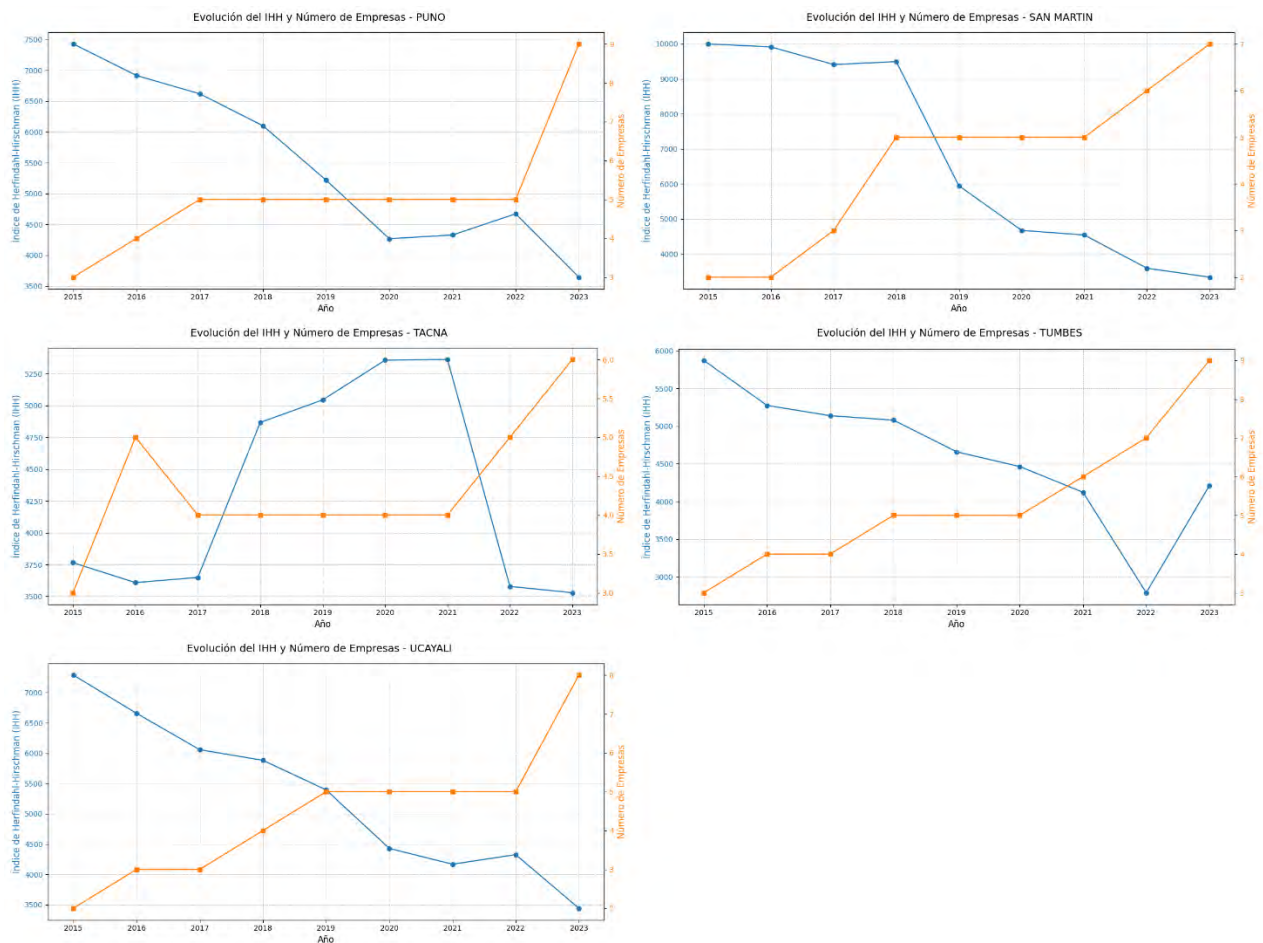


En 2015 y 2016, la totalidad del país se encontraba en un rango de velocidad menor a 8 Mbps, evidenciando una infraestructura tecnológica limitada y homogéneamente precaria. Para 2017, empieza a observarse una mejora inicial en algunas regiones específicas, aunque la mayoría del territorio seguía enfrentando velocidades muy bajas. A partir de 2018 y 2019, se evidencia una transición progresiva hacia velocidades más rápidas, especialmente en departamentos con mayor densidad poblacional. El punto de inflexión llega en 2022, donde áreas clave alcanzan velocidades de hasta 100 Mbps, mientras que otras regiones permanecen rezagadas, particularmente en la Amazonía.

C. Evolución del IHH comparada con la evolución de ISP por departamento



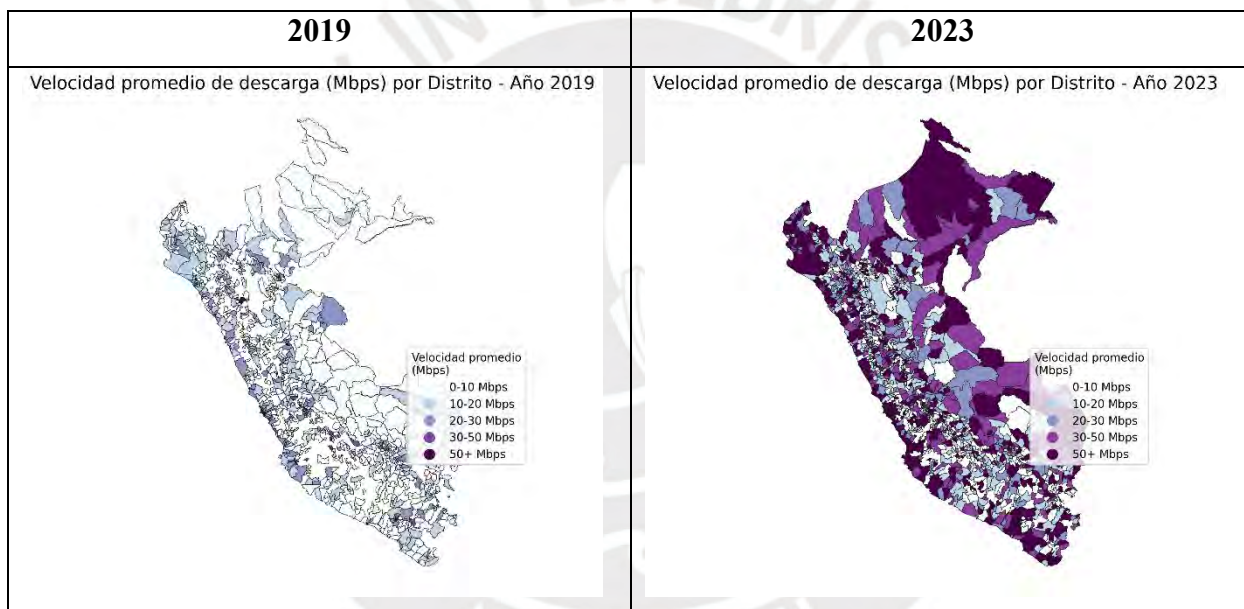




Se observa una tendencia clara que revela la relación inversa entre el IHH y el número de empresas operadoras en los departamentos de Perú entre 2015 y 2023. Inicialmente, en muchas regiones, la concentración del mercado (reflejada en altos valores de IHH) era predominante, indicando monopolios o duopolios consolidados. Sin embargo, con el tiempo, el ingreso de nuevos operadores impulsa una mayor competencia, lo que se traduce en una reducción significativa del IHH en la mayoría de los casos. Este cambio es especialmente evidente en regiones como San Martín y Ucayali, donde el incremento en la cantidad de empresas coincide con descensos pronunciados del índice, reflejando un mercado más competitivo. No obstante, algunas áreas, como Loreto y Apurímac, muestran una persistencia de alta concentración.

D. Problemas con el uso de base de datos Okkla Test

La base de datos de Ookla Open Data ofrece un recurso técnico ampliamente utilizado para medir la calidad del servicio de internet a través de pruebas de velocidad realizadas por usuarios individuales generadas mediante aplicaciones como Speedtest. La base organiza los datos de manera georreferenciada (velocidad de descarga y subida (Mbps), latencia y estabilidad) y en intervalos temporales regulares. El principal atractivo de esta base es su alto nivel de desagregación espacial y temporal, lo que permite capturar diferencias significativas en la calidad del servicio entre áreas urbanas y rurales, o incluso entre distritos dentro de un mismo departamento. Asimismo, al tratarse de datos basados en pruebas directas realizadas por los usuarios finales, las métricas capturadas reflejan la experiencia real del consumidor.



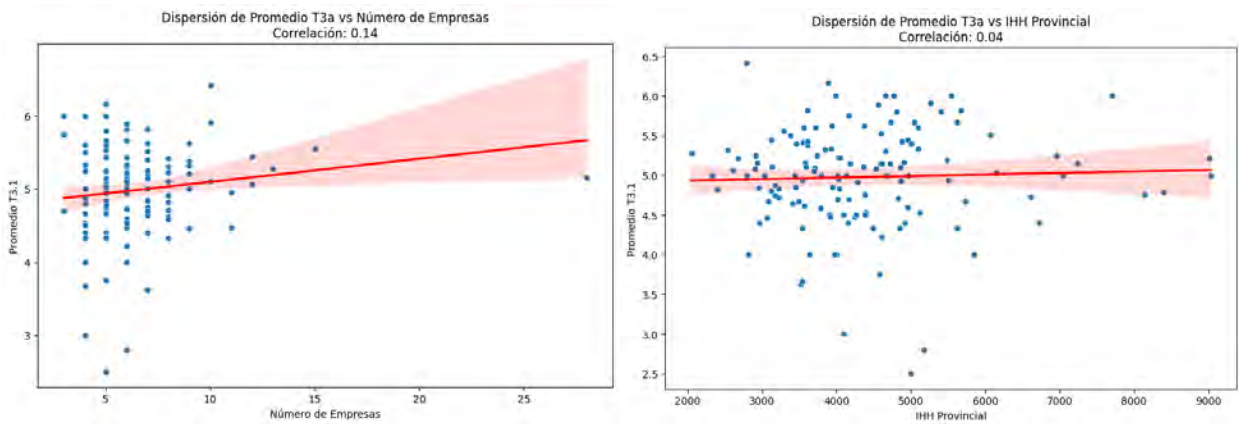
Fuente: Ookla Open Data (2024)

Elaboración propia.

Sin embargo, a pesar de estas ventajas, se identificaron limitaciones críticas. Una de las principales desventajas es el sesgo de selección inherente a la metodología de recopilación de datos. Las pruebas son realizadas de manera voluntaria por los usuarios, lo que introduce un sesgo hacia áreas urbanas o segmentos de la población con acceso a dispositivos modernos y mayor conocimiento tecnológico. Este sesgo compromete la representatividad de los datos a nivel nacional, especialmente para áreas rurales o distritos con menor acceso a internet, lo que es fundamental para evaluar la calidad del servicio de manera inclusiva.

E. Descarte de percepción como variable dependiente

Se evaluó la posibilidad de utilizar la percepción de calidad de los usuarios como variable dependiente para analizar el impacto de la competencia en la calidad del servicio de internet fijo residencial. Sin embargo, tras un análisis riguroso, se decidió descartar esta aproximación por las siguientes razones:



En primer lugar, se analizó la relación entre la percepción de calidad y las dos variables representativas de la competencia en el mercado: el número de empresas operadoras y el IHH. Los resultados muestran que la correlación entre la percepción y el número de empresas fue de 0.14, con un p-valor de 0.103491, lo cual no es estadísticamente significativo. Por su parte, la correlación entre la percepción y el IHH fue aún más baja, 0.04, con un p-valor de 0.654590, confirmando la falta de evidencia de una relación significativa. Esto implica que no existen vínculos estadísticos robustos entre la percepción de calidad y las métricas que representan la competencia en el mercado.

En segundo lugar, las implicaciones de esta falta de significancia sugieren que la percepción de calidad no está directamente relacionada con las variables clave de competencia analizadas. Este resultado apunta a que factores externos, no capturados por el número de empresas o el IHH, podrían influir de manera más importante en la percepción de los usuarios como la satisfacción general, la calidad del servicio al cliente, la atención personalizada y las expectativas individuales.

F. Estimación alternativa: Corte transversal 2023 a nivel provincial

Este primer modelo, se estimará mediante MCO para 2023 y a nivel provincial.

$$Velocidad_i = \alpha + \beta_1 empresas_i + \beta_2 IHH_i + \omega X_i + e_i$$

Donde:

- $Velocidad_i$: Velocidad promedio de la provincia i en el 2023
- $empresas_i$: Numero de empresas operadoras en la provincia i
- IHH_i : IHH de la provincia i
- X_i : Variables de control a nivel provincial.

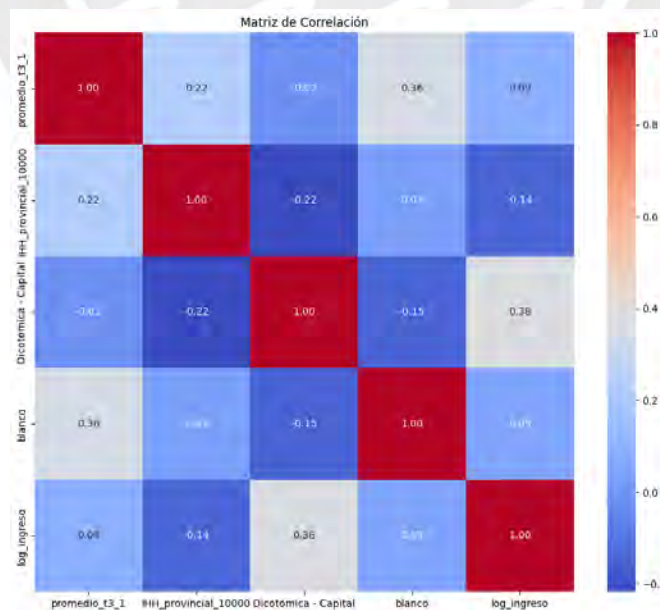
Si estimamos considerando todas las variables de control, tenemos el siguiente resultado:

Variable	Todas las variables de control		Mejor modelo		Mejor modelo robusto	
	Coefficiente	P-value	Coefficiente	P-value	Coefficiente	P-value
const	65.8101	0.895	-116.5647	0.54	-116.5647	0.552
Número de empresas	0.5853	0.838				
IHH/1000	17.1565	0.824	90.8272	0.047	90.8272	0.209
Densidad poblacional	-3.2767	0.66				
Dominio (=1 costa)	1.6413	0.934				
Capital (=1 si es capital)	10.0633	0.572	4.946	0.673	4.946	0.605
Porcentaje de blancos	301.4348	0.307	429.8388	0.004	429.8388	0.014
Logaritmos del ingreso	-16.8505	0.729	12.5153	0.505	12.5153	0.494
Porcentaje con educación superior	115.3176	0.535				
Porcentaje de la pob. entre 5 a 19	-58.5412	0.984				
Porcentaje de la pob. entre 20 a 34	375.8105	0.216				
Porcentaje de la pob. de más de 60	258.2799	0.174				
R-Cuadrado	0.143		0.185		0.185	
R-Cuadrado Ajustado	-0.207		0.133		0.133	
F	0.4087		3.521		1.625	
Prob (F)	0.94		0.0118		0.179	

El R^2 nos indica que solo el 14.3% de la variabilidad en la velocidad de bajada promedio está explicada por las variables incluidas en el modelo y el F-Statistic que no es significativo en su conjunto. Con ello, se entiende que muchas de las variables incluidas no son significativas. Tras correr distintas combinaciones de las variables que tenemos derivamos a este segundo modelo:

Nombre	Variable	Tipo	Fuente
$Velocidad_i$	Velocidad de bajada promedio de la provincia i en el 2023. Se calculo con: (t3) S7.3. ¿Cuánto de velocidad de internet fijo se contrato? (t3_1) S7.3.1. Velocidad específica en el recibo (t3_2) S7.3.2. Unidad Se uso los años 2022 y 2023, para aumentar el nivel de inferencia	Numérica En Mbps	Erestel (Osiptel) “OSIPTEL_hogares.dta”
IHH_i	IHH de la provincia i dividido entre 10000. Se realizó la transformación lineal para que la escala sea comparable con el resto de los valores de la estimación.	Numérica	Punku (Osiptel) “2.3. CONEXIONES DE INTERNET FIJO POR DISTRITO”
X_i	Dummy (=1) si la provincia contiene a la capital del departamento	Numérica	INEI
	Porcentaje de la población identificada como blanca por en la provincia i	Numérica	ENAH0 (INEI) Para ambos casos se consideró solo las observaciones con un coeficiente de variación menor a 0.015, debido a que si es mayor son solo valores referenciales, mientras que si es menor si ejemplifica bien la población
	Logaritmo del ingreso promedio anual	Numérica	

La matriz de correlación asociada al segundo modelo muestra que hay una correlación moderada y positiva (0.36) entre la velocidad y el porcentaje de población blanca, lo que sugiere que un mayor porcentaje de población identificada como blanca podría estar asociado con mayores velocidades promedio. También se valida una relación positiva con el IHH, augurando que una mayor concentración de mercado (mayor IHH) podría estar asociada con mejores velocidades promedio. Es relevante señalar que las correlaciones entre las variables explicativas son bajas, lo que refuerza que no hay problemas severos de multicolinealidad en el segundo modelo.



Al estimar obtenemos un resultado con menor ruido estadístico evitando los problemas de multicolinealidad del primero con un R^2 más elevado al anterior (0.185) y, a diferencia del anterior, el modelo es globalmente significativo al 5% (0.0118).

A partir de este resultado, podemos inferir que un aumento de 0.01 (es decir, 100 puntos en el IHH original) se asocia con un incremento de 0.908 Mbps en la velocidad promedio. Esto refuerza el argumento que en Perú los mercados más concentrados podrían generar mejores velocidades, quizás debido a economías de escala o inversión estratégica. Además, las provincias que contienen la capital del departamento tienen velocidades promedio 4.95 Mbps más altas reflejando posibles ventajas de infraestructura y priorización. Por otro lado, un incremento del 1% en el ingreso promedio anual está asociado con un aumento de 0.125 Mbps en la velocidad promedio en correlato con la lógica de que ingresos más altos facilitan el acceso a mejor tecnología o mejores servicios. Curiosamente, cada incremento del 1% en la proporción de la población identificada como blanca se asocia con un aumento de 4.298 Mbps mostrando indicios de desigualdades sociales en el acceso a infraestructura.

No obstante, si bien extraemos ciertas inferencias, los resultados no son tan sólidos estadísticamente incluso para el mejor modelo según los criterios BIC o AIC. Los valores de VIF muestran que no existen problemas significativos de multicolinealidad entre las variables explicativas (todas tienen $VIF < 2$, excepto la constante, que no es preocupante). Sin embargo, el test de Breusch-Pagan indica la presencia de heterocedasticidad (p -valor < 0.05), lo que justifica el uso de errores estándar robustos (HC3) en los resultados del modelo para garantizar la validez de las inferencias. Al analizar los resultados del modelo con errores robustos, destaca la significancia estadística de la variable “blanco” ($p = 0.014$), lo que sugiere que un aumento en el porcentaje de población identificada como blanca está asociado con un incremento significativo en la velocidad promedio de bajada, tras controlar por las demás variables. Por otro lado, las otras variables no son estadísticamente significativas en este modelo, aunque la referente al IHH muestra un coeficiente positivo que podría tener relevancia práctica al asociar mercados más concentrados con mayores velocidades promedio.

G. Rango de velocidades por cada año

Año	Rango de Velocidad de Bajada	Grupo Velocidad
2015	BW < 1024 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 8 Mbps	Medio
	8 Mbps <= BW	Alto
2016	BW < 1024 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 8 Mbps	Medio
	8 Mbps <= BW	Alto
2017	BW < 1024 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 8 Mbps	Medio
	8 Mbps <= BW	Alto
2018	BW < 2048 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 30 Mbps	Medio
	8 Mbps <= BW	Alto
2019	BW < 2048 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 30 Mbps	Medio
	30 Mbps <= BW	Alto
2020	BW < 2048 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 30 Mbps	Medio
	30 Mbps <= BW	Alto
2021	BW < 2048 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 30 Mbps	Medio
	30 Mbps <= BW	Alto
2022	BW < 2048 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 30 Mbps	Medio
	30 Mbps <= BW	Alto
2023	BW < 2048 kbps	Bajo
	1024 Kbps <= BW < 30 Mbps	Medio
	30 Mbps <= BW	Alto

En este anexo, se muestra la clasificación dinámica de los rangos de velocidad de bajada nominal en los que se dividen las conexiones de internet fijo en el Perú, agrupados en tres categorías: Bajo, Medio y Alto, para cada año entre 2015 y 2023.

Esta clasificación se realizó de acuerdo con la posición ordinal de los rangos de velocidad disponibles en cada año, de menor a mayor, considerando únicamente los rangos que estuvieron presentes con datos registrados en diciembre de cada año. La división en terciles responde a una estrategia metodológica que permite analizar cómo evoluciona la distribución relativa de las

velocidades contratadas a lo largo del tiempo, sin imponer una categorización fija. Para ello, los rangos fueron ordenados anualmente y divididos en tres grupos equitativos. El grupo bajo incluye los rangos de velocidad más lentos disponibles en un determinado año; el grupo medio agrupa las velocidades intermedias; y el grupo alto comprende los rangos más altos de velocidad más altos durante el año analizado.

Por lo tanto, este enfoque permite capturar de forma más fiel la evolución tecnológica del mercado y evita juicios anacrónicos al aplicar una misma clasificación a todos los años, especialmente en un contexto donde las velocidades contratadas han cambiado drásticamente con el tiempo.



12. Bibliografía

Aghion, P., & Howitt, P. (2009). *The Economics of Growth*. MIT Press.

Boik, A., & Hidenori, T. (2020). Fighting Bundles: The Effects of Competition on Second-Degree Price Discrimination. *American Economic Journal: Microeconomics*, 12(1), 156-87. <https://doi.org/10.1257/mic.20180303>

Bonanno, G. (1986). Vertical Differentiation with Cournot Competition. *Economic Notes*, 15, 68-91. <https://faculty.econ.ucdavis.edu/faculty/bonanno/PDF/EN1986.pdf>

Carlton, D., & Perloff, J. (2015). *Modern Industrial Organization*. Pearson Education Ltd

Chahuara, P., Espinoza, R. & Quiso, L. (2024). *Una Guía sobre la Ruta de Conectividad Peruana a Internet y un Sondeo al Despliegue de Redes FTTH en el País*. Documento de Trabajo – DPRC. <https://hdl.handle.net/20.500.12630/905>

Chahuara, P. & Trelles, J. (2014). *¿Sustituye el Internet móvil al fijo en el Perú?* Documento de Trabajo No. 20 - DPRC. [https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/367/DT20_Sustitucion_Acceso_IF_e_IM%20\(1\).pdf](https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/367/DT20_Sustitucion_Acceso_IF_e_IM%20(1).pdf)

Decreto Legislativo N° 1019. Decreto legislativo que aprueba Ley de acceso a la infraestructura de los proveedores importantes de servicios públicos de telecomunicaciones. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con_uibd.nsf/5C1BD914D14FADB505257465006ECF00/\\$FILE/01019infraestructural.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con_uibd.nsf/5C1BD914D14FADB505257465006ECF00/$FILE/01019infraestructural.pdf)

Dorfman, R., & Steiner, P. (1954). Optimal Advertising and Optimal Quality. *American Economic Review*, 44(5), 826-836. <https://www.jstor.org/stable/1807704>

Douglas, G., & Miller, J. (1974). Quality Competition, Industry Equilibrium, and Efficiency in the Price-Constrained Airline Market. *American Economic Review*, 64(4), 657-669. <https://www.jstor.org/stable/1813317>

Evans, W. N., & Kessides, I. N. (1994). Living by the 'Golden Rule': Multimarket Contact in the U.S. Airline Industry. *Quarterly Journal of Economics*, 109, 341-366. <https://www.jstor.org/stable/2118466>

Gaynor, M. (2006). What Do We Know About Competition And Quality In Health Care Markets?. *Working Paper No. 12301*. National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w12301>

Greenstein, S., & McDevitt, R. C. (2011). The broadband bonus: Estimating broadband Internet's economic value. *Telecommunications Policy*, 35(7), 617–632. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.05.001>

Greenstein, S. (2020). The Basic Economics of Internet Infrastructure. *Journal of Economic Perspectives*, 34 (2), 192-214. <https://doi.org/10.1016/10.1257/jep.34.2.192>

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. <https://doi.org/10.1111/j.0017-4815.2004.00243.x>

Kranton, R. (2003). Competition and the Incentive to Produce High Quality. *Economica*, 70, 385-404. <https://doi.org/10.1111/1468-0335.t01-1-00289>

Ley N° 29904. Ley de promoción de la Banda Ancha y construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/19065/1_0_3532.pdf

Matsa, D. A. (2011). Competition and Product Quality in the Supermarket Industry. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(3), 1539-1591. <https://doi.org/10.1093/qje/qjr031>

Miller, N. et al (2022). On the misuse of regressions of price on the HHI in merger review. *Journal of Antitrust Enforcement*, 10(2), 248–259. <https://doi.org/10.1093/jaenfo/jnac009>

Molnar, G., & Savage, S. J. (2017). Market Structure and Broadband Internet Quality. *The Journal of Industrial Economics*, 65(1), 73–104. <https://doi.org/10.1111/joie.12106>

Montenegro, L., & Araral, E. (2019). Can competition-enhancing regulation bridge the quality divide in Internet provision?. *Telecommunications Policy*, 44(1). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2019.101836>

More, J. & Argandoña D. (2020). *Las redes de transporte de fibra óptica, microondas y satelital y su rol para promover la expansión de la cobertura de los servicios públicos de la cobertura de los servicios públicos de telecomunicaciones: Reporte y mapas de cobertura*. Documento de Trabajo No. 49. DPRC. <https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/745>

Motta, M. (1993). Endogenous Quality Choice: Price vs. Quantity Competition. *The Journal of Industrial Economics*, 41(2), 113-131. <https://www.jstor.org/stable/2950431>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2011). *Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/2227526-dgprc-plan-nacional-para-el-desarrollo-de-la-banda-ancha-en-el-peru>

Mussa, M., & Rosen, S. (1978). Monopoly and Product Quality. *Journal of Economic Theory*, 18, 301-317. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(78\)90085-6](https://doi.org/10.1016/0022-0531(78)90085-6)

Muente, R. (2023). Rumbo y Futuro del sector Telecomunicaciones en el Perú. Osiptel. <https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/882/Rumbo-y-futuro-del-sector-telecomunicaciones-en-el-peru-rafael-muente-schwarz.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2018). *Market concentration: Issues paper by the Secretariat*. OCDE. <https://www.oecd.org/daf/competition/market-concentration.htm>

Osiptel. (2024a). Mercado de internet fijo en el Perú: Diagnóstico y proyecciones. Dirección de Políticas Regulatorias y Competencia, Subdirección de Análisis Regulatorio.

Osiptel. (2024b). PUNKU (El portal a la información de las telecomunicaciones). <https://punku.osiptel.gob.pe/>

Osiptel. (2024c). Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL). <https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/327>

Prieger, J. (2015). The broadband digital divide and the benefits of mobile broadband for minorities. *The Journal of Economic Inequality*, 13 (3), 373-400. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2258081>

Prieger, J. E., Molnar, G., & Savage, S. J. (2015). Quality competition in the broadband service provision industry. *Working Paper*. <https://ssrn.com/abstract=2418676>

Quiso, L. (2022). *Retos para la masificación de la fibra óptica al hogar (FTTH)*. Osiptel <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5631975/4989036-retos-para-la-masificacion-de-la-fibra-optica-al-hogar-en-el-peru.pdf>

Reed, M., & Watts, A. (2018). Product quality and competition: evidence from the broadband industry. *Applied Economics*, 50(24), 2719–2732. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1406657>

Scherrer, S., Tabaeiaghdaei, S., & Perrig, A. (2023). Quality Competition Among Internet Service Providers. *Networking and Internet Architecture*. <https://doi.org/10.1016/j.peva.2023.102375>

Schmalensee, R. (1977). Comparative Static Properties of Regulated Airline Oligopolies. *Bell Journal of Economics*, 8(2), 565-576. <https://www.jstor.org/stable/3003305>

Shaked, A., & Sutton, J. (1982). Relaxing Price Competition Through Product Differentiation. *Review of Economic Studies*, 49(1), 3-13. <https://doi.org/10.2307/2297136>

Valancius, V., Lumezanu, C., Feamster, N., Johari, R., & Vazirani, V. (2011). How many tiers?. *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2011 Conference on SIGCOMM - SIGCOMM '11*. <https://doi.org/10.1145/2018436.2018459>

Wallsten, S. (2005). Regulation and Internet Use in Developing Countries. *Economic Development and Cultural Change*, 53(2), 501–523. <https://www.jstor.org/stable/10.1086/425376>

Wilson, K. (2023). Local Competition, Multimarket Contact, and Product Quality: Evidence From Internet Service Provision. *Review of Industrial Organization*. <https://doi.org/10.1007/s11151-023-09928-8>

Zhang, Z., Nabipay, P., Odlyzko, A., & Guerin, R. (2010). Interactions, Competition and Innovation in a Service-Oriented Internet: An Economic Model. 2010 *Proceedings IEEE INFOCOM*. <https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2010.5462276>

