

**EVALUACIÓN EX POST DE  
LA RESOLUCIÓN CRC  
5929 DE 2020.**

**★ PORTABILIDAD Y  
COMPENSACIÓN**



 @CRCCoI  /CRCCoI  /CRCCoI  CRCCOL



# Evaluación expost de la Resolución CRC 5929 de 2020:

## Portabilidad y Compensación

### **COMITÉ DE COMISIONADOS DE COMUNICACIONES**

Nicolás Mauricio Silva  
**Comisionado y Director Ejecutivo**

Lina María Duque  
**Comisionada**

Paola Andrea Bonilla  
**Comisionada**

Zoila Vargas Mesa  
**Coordinadora Ejecutiva**

### **EQUIPO DE TRABAJO**

Miguel Andrés Durán  
**Coordinador de Inteligencia y Analítica de Datos**

Víctor Baldrich  
Natalia Serrano  
Álvaro Riascos  
**Equipo de investigación**

## Resumen

En 2018, la CRC adelantó un análisis sobre la portabilidad numérica móvil (PNM) en Colombia y encontró que configuraba altos costos de transacción que generaban desincentivos a su utilización por parte de los usuarios. Adicionalmente, la Comisión revisó el mecanismo de compensación automática a los usuarios como consecuencia de deficiencias en la prestación del servicio de voz móvil, encontrando que esta medida había perdido efectividad. La revisión culminó con la expedición de la Resolución CRC 5929 de 2020, que introdujo las siguientes medidas:

1. Eliminación inmediata de la compensación automática de llamadas caídas en las redes de telefonía móvil, teniendo en cuenta que la medida ya había cumplido su objetivo y resultaba imperceptible para los usuarios.
2. Reducción, a partir del 1 de julio de 2020, del tiempo que toma cambiar un número telefónico de un operador a otro en el servicio de telefonía móvil, pasando de tres a un día hábil.

El propósito de la evaluación desarrollada en este documento fue estimar el impacto de estas dos medidas. Para la primera medida, se realizaron encuestas para evaluar las percepciones de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles (PRSTM), encontrando que la mayoría percibieron una reducción de costos derivados de ésta. Adicionalmente, se tomó el porcentaje de llamadas caídas, como medida objetiva de la calidad, y el resultado de la percepción de los usuarios sobre el servicio de telefonía móvil de los estudios de percepción que adelanta la CRC, como medida subjetiva de la calidad, encontrando que la calidad del servicio en sus dos dimensiones (objetiva y subjetiva) no ha desmejorado en periodos posteriores a la eliminación de la compensación.

Para la segunda medida, relacionada con la reducción del plazo para el trámite de PNM, se calculó el efecto de la medida sobre i) el número de operaciones efectivas de portabilidad numérica en los servicios de Internet y telefonía móviles, y ii) sobre la concentración de mercado de estos servicios. Se eligieron estas dos variables bajo las hipótesis de que eliminar una barrera para llevar a cabo la portación pudo, por un lado, incrementar el número de portaciones y, por otro lado, disminuir la concentración de los servicios de Internet móvil y de telefonía móvil. Para esto se utilizó el número de portaciones reportadas por los operadores, así como la batería de indicadores para el análisis de competencia que calcula la CRC a partir de la información de tráfico, ingresos y usuarios que reportan los operadores. Empleando metodologías de diferencias en diferencias, control sintético y regresión lineal, se encontró que la reducción del tiempo para el trámite de portabilidad numérica móvil resultó en un incremento del número de operaciones efectivas después de la medida y en una caída del 10% en la concentración del servicio de Telefonía Móvil, medido a través del Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) basado en tráfico, mientras que la concentración del servicio de Internet móvil presentó reducciones aunque no es consistente a la variable con la que se calcula el indicador (tráfico o ingresos). Si bien se toma una medida de concentración del mercado como una de las principales variables de estudio, la presente evaluación tiene como objetivo identificar los impactos de la citada resolución y se aclara que, no constituye per se, un análisis de competencia. Se destaca además que aún con la disminución encontrada, los servicios estudiados de Internet y telefonía móviles se siguen clasificando como altamente concentrados, de acuerdo con los umbrales establecidos por las guías del Departamento de Justicia de Estados Unidos.

**Palabras clave:** Compensación, calidad, portabilidad, concentración de mercado.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020	Cód. Proyecto:	<b>Página 3 de 51</b>	
Victor Baldrich	Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Analítica de Datos	Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	5
2	RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A LA MEDIDA DE ELIMINACIÓN DE LA COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA POR DEFICIENCIAS EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE VOZ MÓVIL .....	7
2.1	Percepción de los PRSTM en reducción de costos.....	7
2.2	Condiciones de calidad en la prestación del servicio de voz móvil .....	8
3	EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LAS MEDIDAS ASOCIADAS A LA PORTABILIDAD NUMÉRICA MÓVIL .....	11
3.1	Impacto sobre las operaciones de Portabilidad Numérica Móvil .....	11
3.1.1	Metodología empírica.....	11
3.1.2	Resultados.....	12
3.1.3	Chequeos de robustez .....	14
3.2	Impacto sobre la concentración del mercado .....	19
3.2.1	Datos utilizados en la evaluación .....	19
3.2.2	Metodología empírica.....	22
3.2.3	Resultados.....	27
4	Conclusiones .....	34
5	Bibliografía .....	35
6	Apéndice .....	37

## EVALUACIÓN EX POST DE LA RESOLUCIÓN CRC 5929 DE 2020

### PORTABILIDAD Y COMPENSACIÓN

#### 1 INTRODUCCIÓN

El último paso en la aplicación del Análisis de Impacto Normativo (AIN) es la evaluación ex post de las medidas regulatorias expedidas por la entidad. De acuerdo con la política de mejora regulatoria de esta Comisión el objetivo de esta evaluación es analizar los resultados observados de las decisiones regulatorias y compararlos con los objetivos esperados<sup>1</sup>. En este sentido, el presente documento busca identificar y cuantificar los impactos de algunas de las medidas implementadas mediante la Resolución CRC 5929 de 2020 de cara a los indicadores que se consideraron relevantes al momento de la expedición de la regulación. Lo anterior implica que las hipótesis y resultados presentados en este estudio buscan alcanzar este objetivo dentro del alcance de las medidas implementadas por la Resolución CRC 5929 de 2020 y no pretende explicar fenómenos o eventos distintos a esta resolución, sin que esto implique que eventos externos sean obviados en la evaluación y no se busque aislar el impacto de la mencionada resolución.

La obligación de implementar portabilidad numérica móvil se introdujo en 2008 a través de la Ley 1245 de 2008, *"por medio de la cual se establece la obligación de implementar la portabilidad numérica y se dictan otras disposiciones"*. En línea con esta disposición, mediante la Resolución 2355 de 2010 la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) estableció las condiciones de implementación y operación de la portabilidad numérica móvil.

De acuerdo con esta normatividad, la portabilidad numérica móvil en Colombia inició el 29 de julio de 2011, para lo cual se estableció inicialmente para el trámite de portación un término máximo de 5 días hábiles, y a partir de agosto de 2012 se redujo a 3 días hábiles.

Posterior a la implementación de la portabilidad numérica, en 2016, en el marco del proyecto "Revisión Integral del Régimen de Protección de los Derechos de los Usuarios de Servicios de Comunicaciones" que culminó con la expedición de la Resolución CRC 5111 de 2017, se adelantaron ejercicios de psicología del consumidor en los que fue posible identificar que el término de 3 días para el trámite de portabilidad, que era el vigente hasta el momento, generaba desincentivos a la portación al representar un riesgo al usuario de permanecer sin el servicio por varias horas.

Por otra parte, mediante la Resolución CRC 4296 2013 la CRC estableció las condiciones bajo las cuales debe aplicarse la compensación automática a los usuarios, en aquellos casos en los que se presentan deficiencias en la prestación de los servicios de voz móvil. No obstante, la CRC identificó que esta medida para el 2019 podría estar careciendo de efectividad con lo cual se hizo necesario revisar la pertinencia de su continuidad.

<sup>1</sup> <https://www.crcm.gov.co/sites/default/files/webcrc/noticias/documents/documento-politica-mejora-regulatoria-crc.pdf>.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020	Cód. Proyecto:	<b>Página 5 de 51</b>	
Victor Baldrich	Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Análítica de Datos	Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

A partir de estos dos antecedentes se dio inicio al proyecto regulatorio que culminó con la expedición de la Resolución CRC 5929 de 2020, mediante la cual esta Comisión estableció principalmente 2 medidas:

1. Eliminó de manera inmediata la compensación en tiempo al aire, teniendo en cuenta que la medida ya había cumplido su objetivo y resultaba imperceptible para los usuarios, quienes cada vez más acceden a planes tarifarios de consumo por segundos y con alta capacidad o de consumo ilimitado.
2. Redujo, a partir del 1 de julio de 2020, el tiempo que toma cambiar un número telefónico de un operador a otro en el servicio de telefonía móvil, pasando de tres días a un máximo de un día hábil.

A partir de lo anterior, la presente evaluación pretende identificar y cuantificar los impactos que tuvieron las dos medidas citadas previamente. Para la primera, relacionada con la eliminación de la medida de compensación de tiempo al aire para los usuarios ante deficiencias en la prestación del servicio de voz móvil, se realizó una evaluación de resultados, tomando como principal insumo la percepción de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles (PRSTM) frente a la existencia de una reducción de costos operativos derivada de la eliminación de medida. Como segundo insumo, se presenta la evolución de las condiciones de calidad en la prestación del servicio de voz móvil desde la expedición de la resolución sujeta a evaluación. Frente a la percepción de los PRSTM, se encuentra que ninguno manifiesta estar en desacuerdo con la medida, mientras la mayoría percibieron una reducción de costos derivados de ésta. Finalmente, frente al comportamiento de la calidad objetiva y subjetiva para el servicio de voz móvil<sup>2</sup>, se encuentra que esta no ha desmejorado en periodos posteriores a la eliminación de la compensación.

Para la segunda medida, relacionada con la reducción del tiempo que puede tardar un operador en llevar a cabo las operaciones de portabilidad numérica solicitadas por sus usuarios, se adelantó una evaluación de impacto, calculando el efecto de tal medida regulatoria sobre i) el número de operaciones efectivas de portabilidad numérica en los servicios de Internet y telefonía móviles, y ii) sobre la concentración de mercado de estos servicios. Se eligieron estas dos variables bajo las hipótesis de que eliminar una barrera para llevar a cabo la portación pudo, por un lado, incrementar el número de portaciones y, por otro lado, disminuir la concentración de los servicios de Internet móvil y de telefonía móvil. En estos servicios es importante resaltar que según el Índice de Herfindahl-Hirschman ambos servicios presentan una alta concentración, tanto en las cifras consideradas para la presente evaluación como en las cifras más recientes disponibles al cierre del 2022, siguiendo los umbrales definidos en esta materia por el Departamento de Justicia y la Comisión Federal de Comercio de los Estados Unidos<sup>3</sup>.

A partir de la comparación de la serie observada con la serie pronosticada de operaciones exitosas, se encontró que la resolución resultó en un incremento en el número de operaciones de portación. A partir de las metodologías de Diferencias en Diferencias, Control Sintético y Regresión Vertical, se encontró que la resolución generó una caída del 10% en la concentración del servicio de telefonía móvil, medido a través del Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH). Estos resultados sugieren que

<sup>2</sup> Se utiliza como medida objetiva de calidad el indicador "porcentaje de llamadas caídas" y como medida subjetiva indicadores del estudio sobre la percepción de la calidad de los años 2019, 2020 y 2021.

<sup>3</sup> U.S. Department of Justice and The Federal Trade Commission (2010). Horizontal Merger Guidelines. Disponible en: <https://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines-08192010>.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020	Cód. Proyecto:	<b>Página 6 de 51</b>	
Victor Baldrich	Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Análítica de Datos	Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

facilitar la portabilidad numérica reduce la concentración de mercado de los servicios de telefonía móvil.

El presente documento cuenta con 6 secciones, incluyendo esta introducción. En la sección 2 se presentan los resultados sobre la eliminación de la compensación automática, a partir de una encuesta realizada a los PRSTM, y de las mediciones objetivas y subjetivas de la calidad del servicio de voz móvil. La sección 3 contiene la metodología, los datos empleados y los resultados que tuvo la reducción en el tiempo del trámite de portación sobre el número de operaciones de portabilidad numérica móvil y sobre la concentración del mercado. La sección 4 muestra las principales conclusiones, seguida de la sección 6 donde se encuentra la bibliografía empleada.

## 2 RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A LA MEDIDA DE ELIMINACIÓN DE LA COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA POR DEFICIENCIAS EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE VOZ MÓVIL

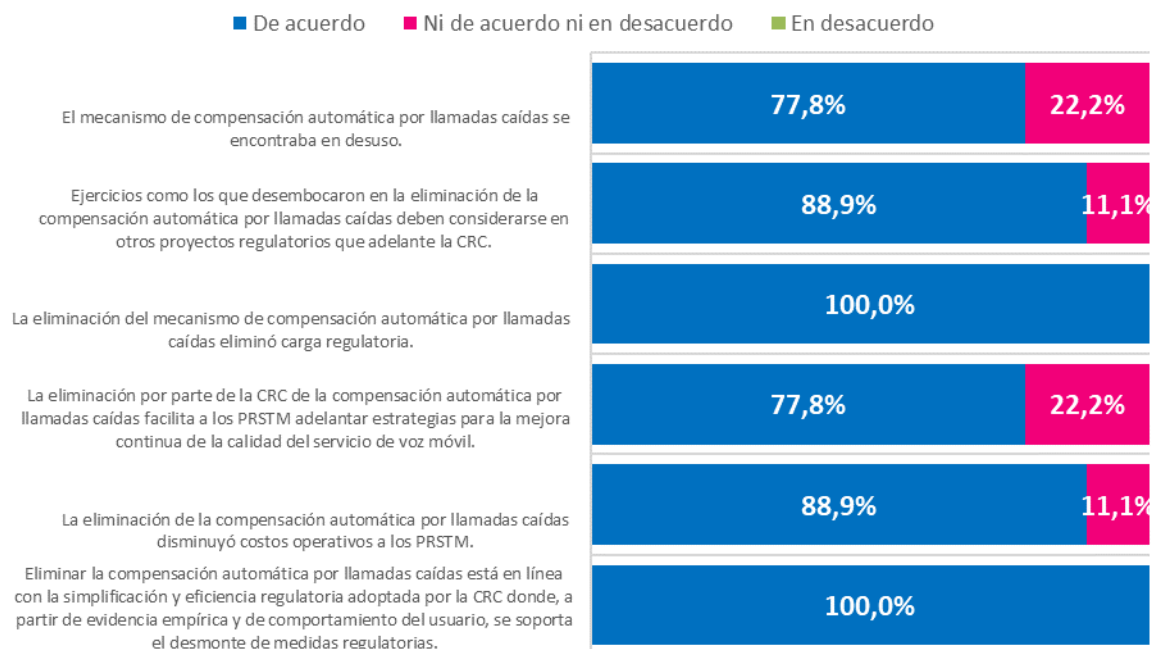
La medida de compensación automática a los usuarios por parte de los PRSTM, en los casos en que se presentaran deficiencias en la prestación del servicio de voz móvil, se eliminó con la expedición de la resolución sujeta a la presente evaluación, teniendo en cuenta que en el marco del proyecto regulatorio se determinó que esta medida había perdido su efectividad. Con lo anterior, se esperaba que esta simplificación regulatoria tuviera un impacto en términos de disminuir los costos administrativos, operativos y de cumplimiento para los proveedores que anteriormente estaban obligados a implementar la mencionada medida. Por otra parte, no se esperaba ver cambios significativos en las condiciones de calidad en la prestación del servicio de voz móvil, particularmente en relación con la estabilidad y continuidad de las llamadas por la eliminación de esta medida.

### 2.1 Percepción de los PRSTM en reducción de costos

En aras de identificar si efectivamente la eliminación de la compensación automática generó una disminución en costos para los PRSTM, esta Comisión realizó una encuesta entre julio y agosto de 2020 a los 9 PRSTM que para este momento prestaban servicios de voz móvil. Los resultados de esta encuesta se presentan en la Ilustración 1.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020	Cód. Proyecto:	<b>Página 7 de 51</b>	
Victor Baldrich	Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Análítica de Datos	Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

### Ilustración 1. Encuesta de percepción a PRSTM



Fuente: Elaboración CRC.

Como se puede observar, ningún PRSTM manifestó estar en desacuerdo con la medida de eliminación, en tanto se reconoce su bajo uso, así como las cargas regulatorias y los costos derivados de su aplicación. En particular, el 100% de los encuestados considera que la eliminación de la medida suprimió carga regulatoria y está en línea con los enfoques de simplificación y eficiencia regulatoria adoptados por la CRC. Por otra parte, el 88,9% de los encuestados manifiesta que los costos operativos disminuyeron y que ejercicios como el que soportó la decisión regulatoria adoptada deberían tenerse en cuenta para otros proyectos regulatorios. Finalmente, el 77,8% de los encuestados reconoce que el mecanismo de compensación automática se encontraba en desuso y que su eliminación facilita la adopción de estrategias para la mejora continua de la calidad por parte de los PRSTM.

Adicionalmente, en la encuesta se incluyó una pregunta en la que se solicitó a los PRSTM describir la percepción general sobre la eliminación de la medida. En todos los casos se presenta una postura positiva frente a la eliminación de la medida y concuerdan en que esta había perdido efectividad. La mayoría de los encuestados atribuye el desuso de la medida a la proliferación de planes de voz ilimitados y a la mejora en la calidad de las redes que hacía que los usuarios recibieran cada vez menos compensación. Finalmente, algunos afirmaron que esta medida generaba una mayor insatisfacción en los usuarios que tenían expectativas de recibir mayores beneficios por la medida o que, tras recibir compensación, concluían que contaban con un servicio de deficiente calidad.

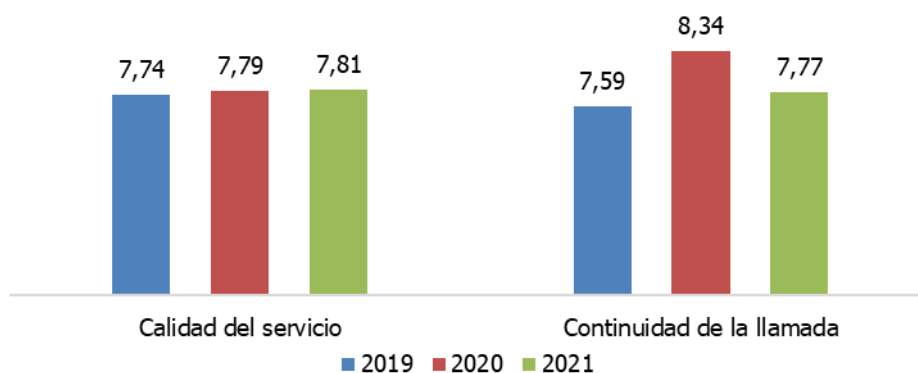
## 2.2 Condiciones de calidad en la prestación del servicio de voz móvil



Para validar que no se hayan presentado afectaciones en las condiciones de calidad en la prestación del servicio de voz móvil se evalúa tanto la calidad subjetiva como la objetiva. De manera particular se plantea revisar si se presentaron cambios en la calidad percibida por los usuarios, así como en el porcentaje de llamadas caídas a nivel nacional.

La calidad percibida por los usuarios es medida por esta Comisión desde el año 2019 mediante encuestas realizadas en las principales ciudades del país<sup>4</sup>. Dentro de esta encuesta se pregunta por la percepción general de la calidad del servicio de telefonía móvil, así como por la percepción de la continuidad de la llamada en una escala de 1 a 10, en donde 1 es "Muy malo" y 10 "Muy bueno". Los resultados de los años 2019, 2020 y 2021 a estas preguntas pueden observarse en la Ilustración 2.

**Ilustración 2. Resultados percepción de los usuarios de calidad de la telefonía móvil**



Fuente: Elaboración CRC.

La calidad percibida del servicio de telefonía móvil no se modificó de manera significativa entre el 2019 y el 2021<sup>5</sup>. Sin embargo, la percepción sobre la continuidad de la llamada mejoró de manera significativa, con un nivel de confianza del 99%<sup>6</sup>, aumentando el puntaje promedio de las respuestas en 0,75 puntos porcentuales en 2020 frente a 2019. Teniendo en cuenta que la medición de la percepción de calidad se realizó en el segundo semestre de 2020 cuando aún se presentaba un alto número de restricciones a la movilidad debido a la pandemia del COVID-19, se evalúa también la diferencia del año 2021 con el 2019 para validar los resultados anteriores. Dicha diferencia es inferior a la presentada con el año 2020, al incrementar en 0,18 puntos porcentuales, pero resulta significativa con un nivel de confianza de 95%<sup>7</sup>. En este sentido, se puede afirmar que la percepción de los usuarios de la calidad del servicio de voz móvil no presentó afectaciones posteriores a la eliminación de la medida de compensación automática.

Por otra parte, en relación con la calidad objetiva de este servicio se evalúa la evolución del porcentaje de llamadas caídas a nivel nacional. Acorde con lo establecido en la Resolución CRC 5050 de 2016 y

<sup>4</sup> En el año 2019 se midieron 16 ciudades y en años posteriores se aumentó la muestra a 19 ciudades. Para hacer comparables los resultados de las preguntas seleccionadas se comparan los promedios simples de las respuestas de los usuarios de las ciudades medidas en todos los años, por lo que los valores presentados en esta evaluación no son los mismos que se presentan en las mediciones de percepción de calidad publicadas por la CRC.

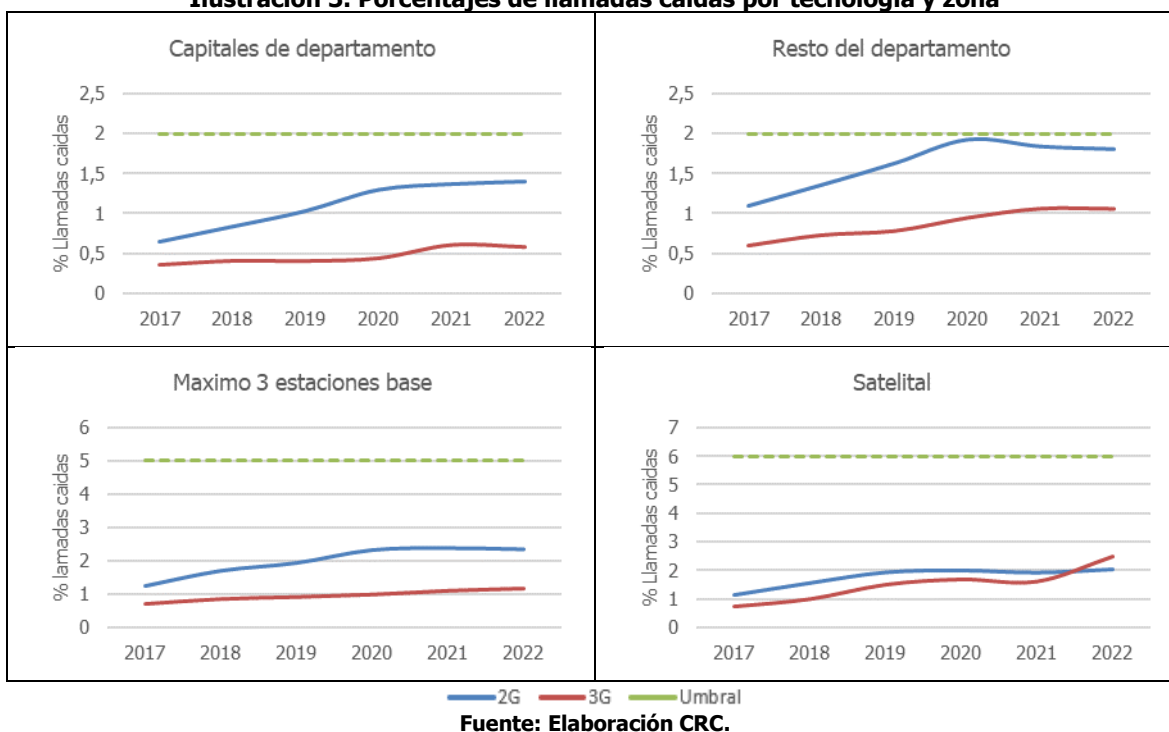
<sup>5</sup> Las diferencias de los años 2020 y 2021 con el 2019 no son estadísticamente significativas al presentar p-valores de 0.52 y 0.37 respectivamente.

<sup>6</sup> La diferencia de medias presentó un p-valor de 0.0004.

<sup>7</sup> La diferencia de medias presentó un p-valor de 0.02.

particularmente en el Anexo 5.1-A del Título de Anexos, el porcentaje de llamadas caídas se calcula y reporta en cuatro zonas diferentes y para las cuales se establecieron umbrales de cumplimiento diferentes<sup>8</sup>. En la Ilustración 3 se puede observar el porcentaje de llamadas caídas en las tecnologías 2G y 3G para cada una de estas zonas.

**Ilustración 3. Porcentajes de llamadas caídas por tecnología y zona**



Como se puede evidenciar, en ninguna de las zonas el porcentaje de llamadas caídas superó el umbral establecido en la regulación. Pese a esto, se puede observar que existe una tendencia al alza de este indicador. Para validar que la eliminación de la medida de compensación automática no haya generado una afectación en la calidad del servicio de voz móvil se verificó si la diferencia del indicador mes a mes, es decir, su tendencia, presentó variaciones antes y después de la expedición de la Resolución CRC 5929 de 2020. El promedio de estas diferencias antes del 2020 fue de 0,021 puntos porcentuales, mientras que, para los periodos posteriores a marzo de 2020, momento en que se expide la resolución en comento, fue de 0,013 puntos porcentuales<sup>9</sup>. Aunque la diferencia entre estas dos tendencias es negativa, indicando que con posterioridad de la expedición de la Resolución CRC 5929 de 2020 disminuyó el crecimiento del porcentaje de llamadas caídas, este valor no es significativo en ningún nivel de confianza relevante<sup>10</sup>. Estos resultados permiten afirmar que la calidad del servicio no se vio afectada con posterioridad de la eliminación de la compensación automática, ni de manera subjetiva, como evidencia la percepción de los usuarios, ni de manera objetiva, en tanto

<sup>8</sup> Los umbrales de cumplimiento para el indicador de llamadas caídas fueron derogados por la Resolución CRC 6890 de 2022.  
<sup>9</sup> No se consideran las diferencias de los meses correspondientes al primer trimestre de 2020 para evitar que en estos se capture un efecto de anticipación a la medida.  
<sup>10</sup> La diferencia de medias presentó un p-valor de 0.54.

los valores reportados para el porcentaje de llamadas caídas se mantuvo por debajo de los umbrales regulatorios para todas las zonas durante el periodo estudiado.

### 3 EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LAS MEDIDAS ASOCIADAS A LA PORTABILIDAD NUMÉRICA MÓVIL

Con la expedición de la Resolución CRC 5929 de 2020 se redujo el tiempo máximo para cambiar de un operador móvil a otro de tres a un día hábil, lo que permitió que los usuarios pudieran realizar la portabilidad numérica móvil en tan solo horas. Con este cambio se esperaba impulsar el uso de este mecanismo por parte de los usuarios, resultando así en un incremento en el número de operaciones de portación exitosas.

A su vez, el incremento en las operaciones de portabilidad numérica móvil se esperaba que tuviera un impacto positivo sobre la concentración del mercado, al reducir las barreras que los usuarios podrían tener para cambiar de operador móvil. En este sentido se esperaba que la medida resultara en menores índices de concentración de los servicios de Internet y telefonía móviles. Lo anterior teniendo en cuenta que tanto la telefonía móvil como el Internet móvil son servicios que se encuentran altamente concentrados en Colombia<sup>11</sup>.

#### 3.1 Impacto sobre las operaciones de Portabilidad Numérica Móvil<sup>12</sup>

En esta sección se realiza una aproximación preliminar de carácter descriptivo del impacto de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre los datos de operaciones de portabilidad agregando todos los operadores. Esta primera aproximación es sugestiva del potencial impacto de la regulación evaluada y utiliza dos metodologías: la primera basada en una proyección, usando la información previa a la resolución, de lo que hubiera sido el número de operaciones de portabilidad después de la intervención en caso de no haberse introducido la modificación regulatoria y, la segunda, una estimación básica del efecto usando el modelo de Diferencias en Diferencias (véase una descripción de esta metodología en la Sección 3.2.2).

##### 3.1.1 Metodología empírica

Para estimar el impacto de la Resolución CRC 5929 de 2020, se emplearon los datos de operaciones exitosas de portabilidad mensuales previas a la norma para ajustar un modelo de regresión y predecir lo que hubiera pasado con la serie post-resolución. Con lo anterior, se realiza una comparación donde la diferencia entre las dos series, la observada y la predicha, corresponde al efecto estimado de interés. Para esto, primero se ajusta el siguiente modelo autorregresivo de orden dos con componente de tendencia cuadrático.

$$O_t = \beta_0 + \beta_1 T_t + \beta_2 T^2 + \rho_1 O_{t-1} + \rho_2 O_{t-2} + u_t \quad (1)$$

<sup>11</sup> El Índice Herfindahl-Hirschman para ambos servicios es superior a 2.500 lo cual denota un mercado altamente concentrado según los umbrales de referencia. U.S. Department of Justice and The Federal Trade Commission (2010). Horizontal Merger Guidelines. Disponible en: <https://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines-08192010>.

<sup>12</sup> Para los resultados presentados en esta sección se utilizan únicamente las operaciones de portación exitosas.

donde  $O_t$  es el número de operaciones de portabilidad móvil realizadas el mes  $t$ ,  $T_t$  es un componente de tendencia y  $u_t$  es el término del error. Este modelo lo estimamos para  $t \leq 2020t2$ .

Una vez se obtienen los parámetros estimados de interés,  $\hat{\theta} = (\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\rho}_1, \hat{\rho}_2)$ , se procede a generar la serie predicha para todos los periodos disponibles (pre- y post-resolución) de la siguiente forma:

$$\hat{O}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 T_t + \hat{\beta}_2 T_t^2 + \hat{\rho}_1 O_{t-1} + \hat{\rho}_2 O_{t-2} \quad (2)$$

Posteriormente, se calcula el efecto de la resolución sobre el número de operaciones de portabilidad móvil de la siguiente forma:

$$\hat{\tau}_t = O_t - \hat{O}_t \quad (3)$$

donde los efectos de interés son para  $t \geq 2020t3$ .

En presencia de un buen ajuste del modelo a la serie observada, los efectos estimados para  $t < 2020t3$  deberían estar alrededor de cero. Esta metodología se implementa para la serie observada de operaciones de portabilidad, así como para el componente de tendencia obtenido a partir del filtro de Hodrick-Prescott (Hodrick y Prescott, 1997). Esto con el fin de eliminar el componente cíclico que tiene la serie observada (ver Ilustración 4) y centrar la atención en el promedio.

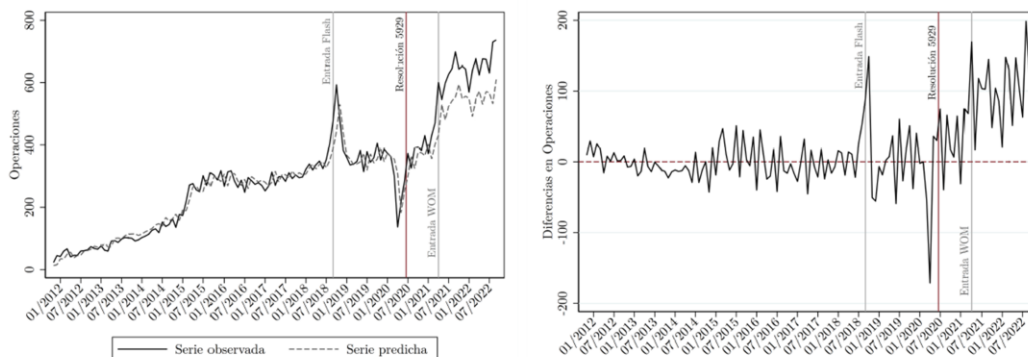
### 3.1.2 Resultados

La Ilustración 4 presenta los resultados de implementar la metodología anteriormente mencionada. El Panel A presenta los resultados cuando se realiza la estimación con la serie observada, mientras que el Panel B los presenta para el componente de tendencia. Las figuras (a) y (c) presentan la comparación de las series observadas y predichas (o ajustadas), mientras que las figuras (b) y (d) presentan la diferencia de las series, lo cual corresponde al efecto estimado en esta evaluación. Como puede observarse a partir de las figuras (a) y (c), estimar la ecuación (1) permite ajustar adecuadamente tanto la serie observada como el componente de tendencia, en tanto ambas series son muy similares en el periodo previo a la entrada en vigor de la resolución. Así mismo, puede observarse que después de la resolución, la serie observada se separa de la predicha y empieza a tener niveles cada vez mayores. Esto indica que después de la resolución hubo más operaciones de portabilidad que las esperadas.

Este resultado se hace evidente al observar las figuras (b) y (d). Como puede observarse, antes de la resolución, la diferencia entre las series se encuentra alrededor del cero, lo cual indica un buen ajuste del modelo. No obstante, una vez entró en vigor el nuevo plazo para el trámite de portabilidad, la diferencia se hace cada vez más positiva. Así, parece ser que la resolución resultó en un incremento en las operaciones de portabilidad. Dos años después de la resolución, la diferencia se encuentra en alrededor de 120.000 portaciones mensuales. Considerando que el promedio de operaciones pre-resolución es de 300.439, se encuentra que la resolución resultó en un incremento del 40% en el número de operaciones de portabilidad.

### Ilustración 4: Comparación entre series observadas y predichas del número de operaciones de portabilidad

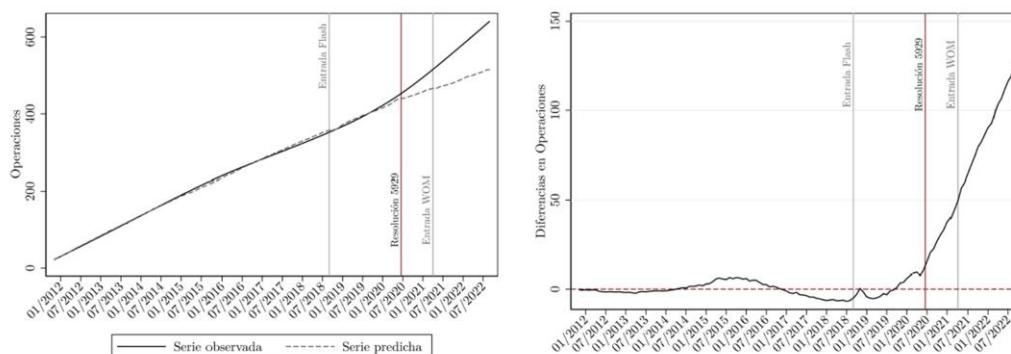
Panel A. Serie observada



(a) Evolución de las operaciones

(b) Diferencia entre series

Panel B. Componente de tendencia de la serie observada



(c) Evolución de las operaciones

(d) Diferencia entre series

Notas: Figuras a la izquierda presenta la evolución de ambas series. Operaciones en miles. Figuras a la derecha presenta la diferencia de la serie. Línea vertical indica la implementación de la Resolución CRC 5929 de 2020. Componente de tendencia obtenido a partir del filtro de Hodrick-Prescott.

**Fuente: Elaboración propia.**

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de estimar un modelo de Diferencias en Diferencias<sup>13</sup> usando como unidad tratada la serie observada y como unidad de control la serie predicha. Como puede observarse, el efecto promedio encontrado está entre 70.000 y 80.000 operaciones de portación. Esto indica que la resolución resultó en un incremento promedio del 24% en el número de operaciones de portabilidad. Considerando que esto indica una mayor movilidad de usuarios entre operadores, es de esperarse que esto resulte en una menor concentración de mercado dentro de los

<sup>13</sup> En la Sección 3.2.2 es explicado el modelo para el caso de concentración de mercado

servicios de Internet y telefonía móviles. En efecto, eso es lo que se encuentra en la Sección 3.2.3 y es consistente con los resultados de la presente Sección.

**Cuadro 1: Efecto estimado por Diferencias en Diferencias de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el número de operaciones de Portabilidad**

	Operaciones	
	(1)	(2)
$\tau$	80.87*** (8.814)	68.80*** (3.378)
N	131	131
$R^2$ ajustado	0.390	0.761
Serie	Observada	Tendencia (HP)

Notas: \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ . Efecto estimado a partir de un modelo de Diferencias en Diferencias comparando las series observadas con las series predichas. Tendencia (HP): Componente de tendencia de la serie observada de operaciones obtenido a partir del filtro de Hodrick-Prescott. Coeficiente en miles.

**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.1.3 Chequeos de robustez

Uno de los aspectos que puede afectar las conclusiones presentadas previamente, está relacionado con la entrada al mercado del operador WOM en abril del 2021. De esta manera, es posible que el incremento que se encontró en las operaciones de portabilidad esté afectado por este hecho. Así pues, con el fin de corroborar la validez de los resultados presentados anteriormente, se realizaron dos chequeos de robustez.

El primer chequeo de robustez consiste en hacer las mismas estimaciones explicadas en la Sección 3.1.1, pero entrenando el modelo hasta el momento anterior a la entrada de WOM<sup>14</sup>. De esta manera, al incorporar la resolución, no se debería encontrar mayor efecto en el número de operaciones y, por tanto, esto puede ser considerado como una prueba placebo. En este caso particular, se entrenó el modelo original (i.e., exactamente el mismo que fue usado para las estimaciones principales) y también un modelo alternativo que incorpora explícitamente la entrada en vigor de la Resolución CRC 5929 de 2020. Es decir que el modelo estimado es el siguiente:

$$O_t = \beta_0 + \beta_1 T_t + \beta_2 T^2 + \gamma_1 \mathbb{I}\{t \geq 7/2020\} + \gamma_2 \mathbb{I}\{t \geq 7/2020\} \times T_t + \gamma_3 \mathbb{I}\{t \geq 07/2020\} \times T_t^2 + \hat{\rho}_1 O_{t-1} + \hat{\rho}_2 O_{t-2} + u_t \quad (4)$$

donde el indicador  $\mathbb{I}\{t \geq 07/2020\}$  toma el valor de uno después de la entrada de la Resolución. Así, al incluirlo de forma individual, y al interactuarlo con los componentes de

<sup>14</sup> El chequeo consiste en modificar la fecha de corte hasta la que se toma información, del momento de entrada en vigor de la medida al momento en que el nuevo operador ingresa al mercado, para calibrar los parámetros de las estimaciones y generar la serie predicha.

tendencia lineal y cuadrático se logra que justo después de la Resolución se presenten cambios en el nivel de operaciones (i.e., el cambio corresponde a  $\gamma_1$ ) y en sus componentes de tendencia lineal ( $\gamma_2$ ) y cuadrático ( $\gamma_3$ ).

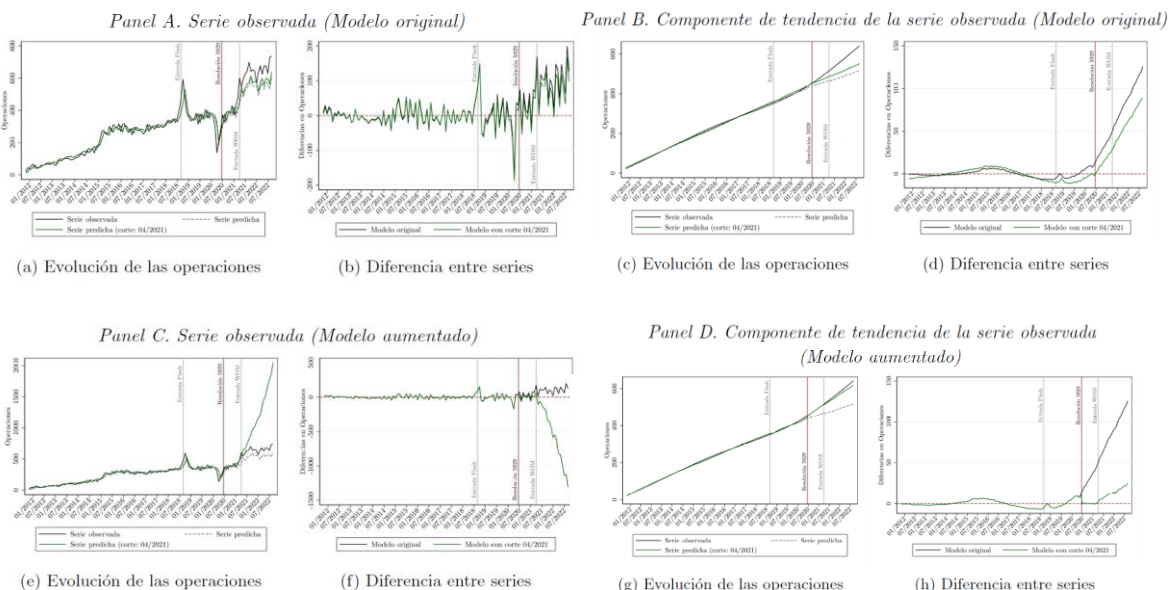
A partir de esta versión alternativa del modelo se calcula el efecto de interés como es explicado en la Sección 3.1.1.

La Ilustración 5 presenta los resultados de entrenar tanto el modelo original como el modelo aumentado usando los periodos previos a la entrada de WOM (abril de 2021). Como puede observarse, en los primeros dos paneles (A y B), los cuales presentan las líneas predichas a partir del modelo original, la serie entrenada con los datos hasta la llegada de WOM es muy similar a la serie predicha originalmente. Si bien la serie entrenada hasta la entrada de WOM parece estar un poco más arriba que la originalmente predicha, los resultados obtenidos son muy similares. Esto puede sugerir que el modelo, a pesar de usar datos post-resolución, no logra incorporar el cambio de la entrada del nuevo operador. Por otra parte, cuando se emplea el modelo aumentado, este problema desaparece.

Ahora bien, como puede observarse en el Panel C, cuando se utiliza la serie observada para entrenar el modelo, este predice que en ausencia de la entrada de WOM el número de operaciones hubiese incrementado más de lo observado, lo cual sugiere que este hecho disminuyó el número de operaciones. Sin embargo, este comportamiento se puede explicar debido a un repentino incremento en las operaciones en el momento previo a la entrada de WOM.

Finalmente, el Panel D presenta los resultados cuando en vez de usar la serie observada, se emplea la tendencia, siendo estos resultados los más consistentes en este primer chequeo de robustez. En este caso, la serie entrenada hasta el momento previo a la entrada del nuevo operador refleja de manera adecuada el comportamiento de la serie observada hasta justo antes de la entrada de WOM, lo cual indica el buen ajuste de este. Como puede observarse, una vez entra WOM, la serie observada crece más que la serie predicha. No obstante, a diferencia de los resultados principales presentados, en este caso la diferencia entre las dos series (observada y predicha) es muy pequeña. Así, este resultado permite verificar que los resultados principales en efecto se deben a la entrada en vigor de la Resolución CRC 5929 de 2020.

### Ilustración 5: Comparación entre series observadas y predichas del número de operaciones de portabilidad.



Notas: Figuras a la izquierda presentan la evolución de ambas series. Operaciones en miles. Figuras a la derecha presentan la diferencia de la serie. Línea vertical indica la implementación de la Resolución CRC 5929 de 2020. Componente de tendencia obtenido a partir del filtro de Hodrick-Prescott.

**Fuente: Elaboración propia.**

Ahora bien, el Cuadro 2 presenta los efectos placebo estimados a partir de la metodología de Diferencias en Diferencias, siguiendo lo expuesto en la Sección 3.1.1. La primera columna muestra el efecto placebo estimado cuando el modelo original es entrenado con los datos hasta justo antes de la entrada de WOM. La segunda, cuando el modelo aumentado es entrenado con los mismos datos. La tercera y la cuarta columna muestran los resultados cuando el modelo original y el aumentado son entrenados con el componente de tendencia de la serie de operaciones de portabilidad.

Como puede observarse, en la primera y tercera columna, se encuentran efectos muy similares a los presentados en el Cuadro 1, lo cual indica que el modelo no logra incorporar los efectos de la resolución. La segunda columna reporta un efecto negativo, lo cual está asociado con la predicción de un mayor número de operaciones asociada al modelo aumentado. La cuarta columna reporta el efecto de la aproximación placebo que, según el Panel D de la Ilustración 5, logra replicar el comportamiento de la serie hasta antes de la entrada de WOM, es decir, presenta un comportamiento muy similar. Este efecto es pequeño en comparación con los encontrados en el Cuadro 1, lo cual indica que, de estar sobreestimados los efectos de la resolución, lo estarían en 8.000 operaciones. Esto es, el efecto estimado encontrado tendría un margen de error de entre el 10% y el 12%. Así, con el primer ejercicio de robustez, se encuentra que los resultados presentados en la Sección 3.1.2 son razonablemente adecuados.



**Cuadro 2: Efecto placebo estimado cuando el modelo es entrenado hasta la entrada de WOM**

	Operaciones			
	(1)	(2)	(3)	(4)
$\tau$	60.43*** (8.695)	-357.5*** (41.96)	45.65*** (2.895)	8.843*** (1.117)
N	131	131	131	131
R cuadrado ajustado	0.267	0.355	0.656	0.322
Modelo	Original	Aumentado	Original	Aumentado
Serie	Observada	Observada	Tendencia (HP)	Tendencia (HP)

*Notas:* \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ . Efecto estimado a partir de un modelo de Diferencias en Diferencias comparando las series observadas con las series predichas a partir de dos modelos entrenados hasta justo antes de la llegada de WOM. Modelo original corresponde al modelo descrito en la Sección 3.1.1. Modelo aumentado corresponde al presentado en la ecuación (4) el cual incorpora la entrada en vigencia de la Resolución CRC 5929 de 2020. Tendencia (HP): Componente de tendencia de la serie observada de operaciones obtenido a partir del filtro de Hodrick-Prescott. Coeficiente en miles.

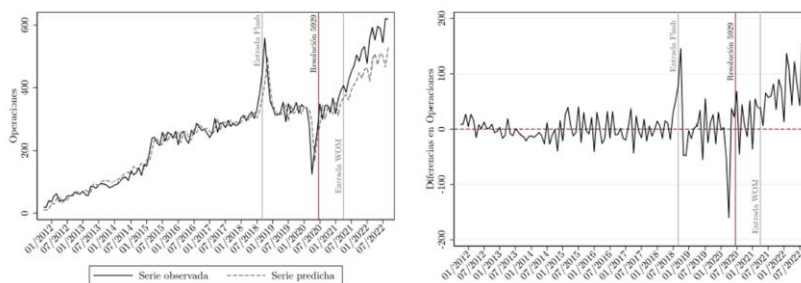
**Fuente: Elaboración propia**

El segundo chequeo de robustez aplicado consiste en hacer las estimaciones originales, pero eliminando todas las donaciones de Avantel y todas las recepciones de WOM. Esto con el fin de aislar el efecto evidenciado en el mercado colombiano con la salida de Avantel, lo cual generó que muchos de sus usuarios portarán sus números a otros operadores y a la vez permite aislar la llegada de WOM que, como se explicó para el primer ejercicio de robustez, pudo haber tenido impacto sobre el incremento que se encontró en las operaciones de portabilidad. Los resultados se presentan en la Ilustración 6 y en el Cuadro 3 se presentan los resultados.

En primer lugar, la Ilustración 6 muestra los resultados de la metodología planteada en la sección 3.1.1, pero eliminando las operaciones de portabilidad de Avantel y WOM, independientemente de que sean de donación o recepción. Como puede observarse, el comportamiento de las series es muy similar al encontrado en la Ilustración 4 (modelo original), lo cual indica, nuevamente, que los resultados principales encontrados son robustos a la entrada de WOM al mercado.

## Ilustración 6: Comparación entre series observadas y predichas del número de operaciones de portabilidad

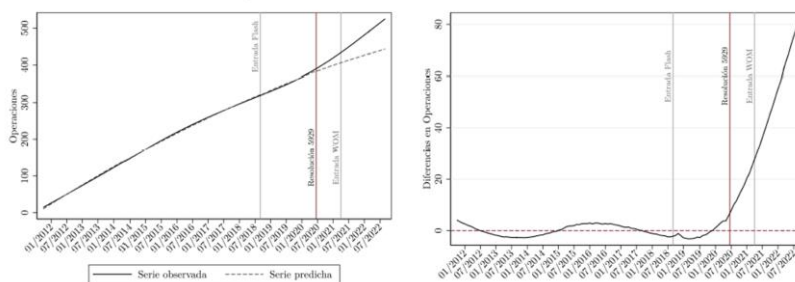
Panel A. Serie observada



(a) Evolución de las operaciones

(b) Diferencia entre series

Panel B. Componente de tendencia de la serie observada



(c) Evolución de las operaciones

(d) Diferencia entre series

Notas: Figuras a la izquierda presentan la evolución de ambas series. Operaciones en miles. Figuras a la derecha presentan la diferencia de la serie. Línea vertical indica la implementación de la Resolución CRC 5929 de 2020. Componente de tendencia obtenido a partir del filtro de Hodrick-Prescott.

**Fuente: Elaboración propia.**

Lo anterior es corroborado por los resultados encontrados al implementar Diferencias en Diferencias, los cuales son presentados en el Cuadro 3. Las primeras dos columnas muestran el efecto estimado cuando se emplean las series observadas y predichas originales (i.e., las presentadas en la Ilustración 4), pero solo teniendo en cuenta los datos hasta justo antes de la entrada de WOM. Es decir, las primeras dos columnas reportan el efecto estimado por la aproximación principal cuando solo se toman en consideración los datos hasta marzo de 2021. Como puede observarse, el efecto encontrado es positivo y significativo, lo cual indica que incluso antes de la entrada de WOM al mercado, la resolución tuvo un impacto positivo sobre el número de operaciones de portabilidad.

Por otra parte, las columnas (3) y (4) del Cuadro 3 muestran el efecto promedio para la muestra completa cuando se excluyen las operaciones de Avantel como donante y las operaciones de WOM como receptor. Como puede observarse, los efectos siguen siendo positivos y significativos, aunque menores a los encontrados en el Cuadro 1. Esto último puede ser explicado por el hecho de que aproximadamente el 10% del total de operaciones fueron eliminadas de la serie. No obstante, los

resultados son consistentes y robustos con la eliminación de las operaciones asociadas a WOM y Avantel.

**Cuadro 3: Efecto estimado excluyendo operaciones de Avantel y WOM**

	Operaciones			
	(1)	(2)	(3)	(4)
$\tau$	33.54*** (12.44)	30.20*** (1.633)	54.12*** (7.645)	41.34*** (2.271)
N	113	113	132	132
R cuadrado ajustado	0.053	0.753	0.273	0.716
Serie	Observada	Tendencia	Observada	Tendencia
Periodo	t ≤ 04/2021	t ≤ 04/2021	Completo	Completo
Op. WOM/Avantel	Sí	Sí	No	No

Notas: \*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01. Efecto estimado a partir de un modelo de Diferencias en Diferencias comparando las series observadas con las series predichas. Periodo indica el periodo de tiempo para el cual fue estimado el modelo. Las primeras dos columnas incluyen los periodos hasta antes de la llegada de WOM. Las segundas dos columnas incluyen todos los periodos, pero excluyen las operaciones provenientes de Avantel y las operaciones recibidas por WOM. Op. WOM/Avantel indica si las donaciones de Avantel y las recepciones de WOM fueron incluidas. Tendencia (HP): Componente de tendencia de la serie observada de operaciones obtenido a partir del filtro de Hodrick-Prescott. Coeficiente en miles.

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.2 Impacto sobre la concentración del mercado

En esta sección se presentan los resultados de la evaluación de impacto de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre distintas variables de concentración de mercado de los servicios de telefonía e Internet móvil. La Sección 3.2.1 describe los datos y los indicadores de concentración de mercado que se utilizaron para hacer la evaluación. La Sección 3.2.2 describe las metodologías empíricas empleadas para estimar el efecto de la resolución sobre las distintas variables de concentración. Por último, la Sección 3.2.3 presenta los efectos estimados a partir de las distintas metodologías.

#### 3.2.1 Datos utilizados en la evaluación

Para evaluar el impacto de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre la concentración de mercado en los servicios de telefonía e Internet móvil, se utilizó el Índice Herfindahl-Hirschman (IHH) para diferentes variables de forma trimestral<sup>15</sup>.

Las variables utilizadas para calcular el índice de concentración para cada servicio se muestran en el Cuadro 4. Esta información se obtiene tanto para los servicios de Internet y telefonía móviles (las cuales corresponden a las unidades tratadas - ver Sección 3.2.2), como para los servicios fijos (unidades no tratadas o de control). Así, la base de datos cuenta con información sobre el IHH para cinco servicios distintos (telefonía móvil, internet móvil, telefonía fija, Internet fijo y TV por

<sup>15</sup> Los indicadores están disponibles en la "Batería de Indicadores para el análisis de competencia para los servicios de telecomunicaciones" desarrollada por la CRC y publicada en el siguiente enlace: <https://www.postdata.gov.co/story/bateria-de-indicadores-para-el-analisis-de-competencia>

suscripción) para 22 trimestres<sup>16</sup>. De esta manera, la base de datos empleada es un panel de 110 observaciones. Vale la pena mencionar que en todas las técnicas para la identificación del impacto de la medida regulatoria que se presentan más adelante, ninguna requiere que la medida de competencia que se utilice para la variable de tratamiento sea igual a la que se use para las variables de control. Por ejemplo, para el modelo de Diferencias en Diferencias lo importante es que se cumpla la hipótesis de tendencias paralelas<sup>17</sup>. De manera general, este supuesto y la metodología lo que requieren es contar con dos series con un comportamiento semejante, previo al momento en el que se presenta la intervención, por lo cual esta metodología se puede calcular como la diferencia entre la variable de control de interés (i.e., índice de concentración usando como variable tráfico) y cualquier otra variable (no es necesario que sea un índice de concentración, sino que lo importante es que el comportamiento observado sea semejante, es decir la tendencia sea paralela). El cumplimiento de este supuesto permite hacer uso de los servicios fijos como grupo de control o de contraste frente al comportamiento de los servicios de Internet y telefonía móviles.

A partir de lo anterior, el Cuadro 4 presenta en las primeras dos columnas el IHH promedio para cada uno de los servicios en el periodo previo a la implementación de la resolución. En la segunda columna se muestra el IHH promedio en el periodo posterior a la implementación de la resolución. La última columna presenta la diferencia entre los dos promedios anteriores.

Así mismo, en el Cuadro 4 se pueden observar en el Panel A los promedios del IHH construidos teniendo en cuenta la disponibilidad o no de la variable de tráfico<sup>18</sup>. El cuadro muestra que los IHH para los servicios de telefonía móvil e Internet móvil, tanto en los periodos previos, así como en los posteriores a la expedición de la Resolución CRC 5929 de 2020, son superiores a 2.500, con lo cual se clasifican como mercados altamente concentrados de acuerdo con los umbrales establecidos en los lineamientos del Departamento de Justicia de Estados Unidos<sup>19</sup>. Igualmente, se puede notar que, en promedio, el IHH disminuyó para los servicios de Internet y telefonía móviles, mientras que para los servicios fijos hubo un aumento. Esto sugiere que la resolución resultó en una reducción en la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles.

Por otro lado, en el Panel B del Cuadro 4 se presentan los promedios del IHH construidos de acuerdo con los ingresos. En este se observa que para la telefonía móvil el IHH no tuvo ningún cambio, mientras que para los servicios de Internet móvil, telefonía fija y TV por suscripción se presentó un incremento promedio. Esto nuevamente sugiere que la resolución disminuyó la concentración de mercado medida según ingresos, pero el efecto parece haberse presentado únicamente para telefonía móvil.

<sup>16</sup> Desde el primer trimestre del 2017 al segundo trimestre del 2022

<sup>17</sup> Ver Angrist y Pischke (2009).

<sup>18</sup> En Internet fijo y TV por suscripción no está disponible la variable de tráfico, y se utilizó la de accesos.

<sup>19</sup> Estos umbrales clasifican los mercados en tres categorías acorde con el valor del IHH, mercados con un IHH inferior a 1.500 son considerados como no concentrados, mientras que mercados con un IHH entre 1.500 y 2.500 son considerados como concentrados y mercados con IHH superior a 2.500 se consideran como altamente concentrados. U.S. Department of Justice and The Federal Trade Commission (2010). Horizontal Merger Guidelines. Disponible en: <https://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines-08192010>.

**Cuadro 4: Diferencia de medias pre y post Resolución del IHH por tipo de servicio**

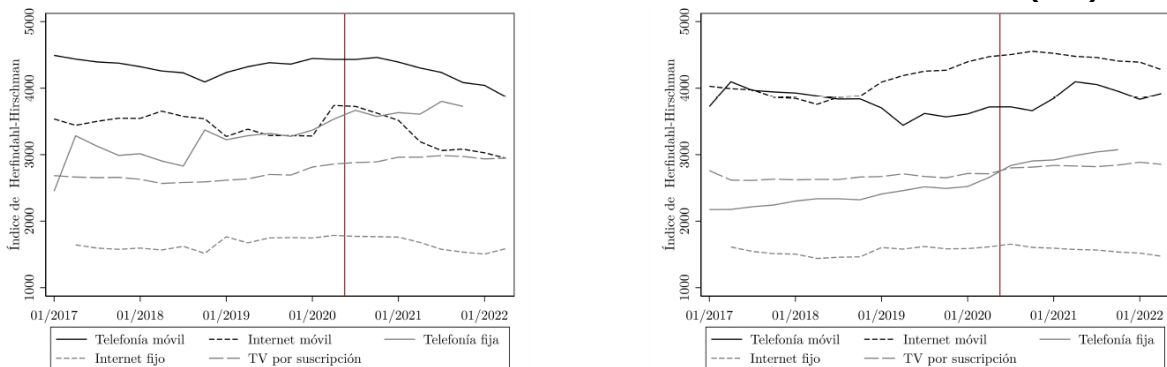
	Pre-Resolución		Post-Resolución		Diferencia (EE) Post-Pre
	N	Media (DE)	N	Media (DE)	
<i>Panel A. IHH según disponibilidad de variable</i>					
Telefonía móvil (tráfico)	14	4,341.5 (107.6)	8	4,227.1 (211.9)	-114.4 (67.6)
Internet móvil (tráfico)	14	3,471.2 (149.3)	8	3,272.7 (302.8)	-198.5* (95.7)
Telefonía fija (tráfico)	14	3,141.2 (281.2)	6	3,668.6 (83.6)	527.3*** (118.6)
Internet fijo (accesos corporativos)	13	1,661.3 (90.1)	8	1,648.5 (110.2)	-12.8 (44.0)
TV por suscripción (suscripciones)	14	2,667.6 (82.9)	8	2,942.7 (38.0)	275.1*** (31.3)
<i>Panel B. IHH según ingresos</i>					
Telefonía móvil (ingresos)	14	3,777.2 (180.9)	8	3,885.1 (151.2)	107.9 (75.8)
Internet móvil (ingresos)	14	4,062.8 (222.1)	8	4,449.7 (88.4)	387.0*** (82.7)
Telefonía fija (ingresos)	14	2,368.7 (145.7)	6	2,960.7 (89.6)	592.0*** (64.7)
Internet fijo (ingresos)	13	1,548.7 (65.0)	8	1,566.2 (55.9)	17.5 (27.8)
TV por suscripción (ingresos)	14	2,664.1 (45.6)	8	2,835.6 (26.9)	171.6*** (17.8)

Notas: \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ . IHH: Índice de concentración de mercado de Herfindahl-Hirschman. DE: Desviación Estándar. EE: Error estándar.

**Fuente: Elaboración propia**

Por otra parte, la Ilustración 7 presenta la evolución del IHH según la variable disponible (ver Cuadro 4) en Figura (a) y según los ingresos en la Figura (b). Ambas figuras dan cuenta de lo que se observó en el Cuadro 4. Como puede observarse en la Figura (a), el IHH presentó una caída para telefonía e Internet móvil (unidades tratadas), mientras que para los servicios fijos (unidades no tratadas) la tendencia fue creciente o constante. Esto nuevamente sugiere que la resolución resultó en una disminución en la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles, medida por IHH. La Figura (b) muestra en este caso que la caída fue únicamente para telefonía móvil, mientras que para Internet móvil la tendencia fue creciente. Esto sugiere que, en términos de ingresos, la concentración solo mejoró para telefonía móvil y no para Internet móvil.

**Ilustración 7: Evolución del Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman (IHH)**



(a) IHH

(b) IHH según ingresos

Notas: subfigura (a) según la variable disponible (véase cuadro 4), y subfigura (b) ingresos. Línea vertical, ubicada en la fecha (1/7/2020) indica la entrada en vigencia de la Resolución CRC 5929 de 2020.

**Fuente: Elaboración propia.**

En esta evaluación se exploraron otras medidas alternativas de concentración de mercado. En particular, la participación de mercado máxima observada, los ingresos promedio de las empresas, el índice de Stenbacka, el índice de Linda y la Razón de Concentración<sup>20</sup>. El Cuadro A1 del Apéndice presenta estadísticas similares a las del Cuadro 4 de la presente sección. En general, las conclusiones son análogas a las presentadas de manera preliminar en el Cuadro 4, de manera que parece ser que la resolución sí resultó en una mejora en la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles, en comparación con los servicios fijos.

Así mismo, la Figura A1 del Apéndice presenta la evolución a lo largo del tiempo de estas variables. Como puede observarse, para la participación máxima, el índice de Linda y la Razón de Concentración los servicios de Internet y telefonía móviles presentaron una caída, mientras que los servicios fijos presentaron un incremento o un comportamiento estable. Para el índice de Stenbacka, por otra parte, los servicios de Internet y telefonía móviles presentaron un incremento, mientras que el resto de los servicios presentaron constancia en sus series. Todo esto, nuevamente, sugiere que la resolución mejoró la concentración de mercado dentro de los servicios tratados, resaltando sin embargo que para el servicio de Internet móvil no se encuentra este resultado para todos los índices de concentración empleados.

En conclusión, la evidencia presentada en esta sección es de carácter preliminar, de manera que no se pueden extraer conclusiones causales a partir de esta. En la siguiente sección se presentan las distintas metodologías implementadas para identificar el efecto causal de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles.

### 3.2.2 Metodología empírica

<sup>20</sup> Los indicadores están disponibles en la "Batería de Indicadores para el análisis de competencia para los servicios de telecomunicaciones" desarrollada por la CRC y publicada en el siguiente enlace: <https://www.postdata.gov.co/story/bateria-de-indicadores-para-el-analisis-de-competencia>.

En esta evaluación se utilizaron tres metodologías distintas para estimar el impacto de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre la concentración de mercado en telefonía e Internet móvil. En particular, se implementó la metodología de Diferencias en Diferencias<sup>21</sup>, Control Sintético<sup>22</sup> y Regresión Vertical<sup>23</sup>. A partir de las tres metodologías se estima un efecto promedio, así como la evolución a lo largo del tiempo del impacto de la resolución. Cada una de las metodologías son explicadas con mayor detalle a continuación.

### 3.2.2.1 Diferencias en diferencias

La primera metodología implementada es la de Diferencias en Diferencias. En particular, se estima la ecuación (5) por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Post_t + \beta_2 Móvil_i + \tau Post_t * Móvil_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

donde  $y_{it}$  corresponde a la medida de concentración de mercado observada para el servicio  $i$  en el trimestre  $t$ ,  $Post_t$  es una dicótoma que toma el valor de uno si la observación es posterior a la implementación de la Resolución CRC 5929 de 2020 (i.e.,  $Post_t = 1$  si  $t \geq 01/07/2020$ ) y cero de lo contrario,  $Móvil_i$  es una dicótoma que toma el valor de uno si el servicio  $i$  es móvil (o tratado) y cero de lo contrario,  $Post_t * Móvil_i$  es la interacción entre estas últimas dos variables, y  $\varepsilon_{it}$  es el término de error. En esta ecuación, el parámetro de interés, el cual corresponde al impacto de la Resolución sobre la variable dependiente, es  $\tau$ .

Así mismo, se estima la versión "extendida" de (5) la cual, en vez de incluir las dicótomas  $Post_t$  y  $Móvil_i$ , incluye efectos fijos de tiempo  $\phi_t$  y de servicio  $\alpha_i$ , respectivamente. Así, esta nueva ecuación corresponde a

$$Y_{it} = \alpha_i + \phi_t + \tau Post_t * Móvil_i + u_{it} \quad (6)$$

donde,  $\tau$  es el coeficiente de interés y  $u_{it}$  es análogo a  $\varepsilon_{it}$  de la ecuación (5).

Dado que  $Móvil_i$  determina el estatus de tratamiento, en esta primera metodología se usa como contrafactual de los servicios de Internet y telefonía móviles a los servicios fijos, dado que estos no fueron afectados por la resolución. Así pues, el parámetro  $\tau$  de las ecuaciones (5) y (6) corresponde al efecto (poblacional) de la resolución sobre la concentración de mercado, siempre y cuando los servicios fijos reflejen la evolución que hubiese tenido la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles en ausencia de tratamiento. Esto es, Diferencias en Diferencias nos permite recuperar el efecto de interés si se cumplen los supuestos de tendencias paralelas y no anticipación. Formalmente, el supuesto de tendencias paralelas puede ser escrito como:

$$\mathbb{E}[Y_{i,Post=1}(0) - Y_{i,Post=0}(0) | Móvil = 1] = \mathbb{E}[Y_{i,Post=1}(0) - Y_{i,Post=0}(0) | Móvil = 0] \quad (7)$$

donde  $Y_{i,Post=d}(0)$  es la variable de resultado en ausencia de tratamiento para la unidad  $i$  en el periodo  $Post = d$  con  $d \in \{0,1\}$ .

<sup>21</sup> Ver Angrist y Pischke (2009).

<sup>22</sup> Ver Abadie, Diamond, y Hainmueller (2010)

<sup>23</sup> Ver Athey, Bayati, Doudchenko, Imbens, y Khosravi (2021)

Por otra parte, el supuesto de no anticipación puede ser escrito como:

$$Y_{i,Post=0}(0) = Y_{i,Post=1}(0) \forall i: Móvil_i = 1 \quad (8)$$

el cual indica que la Resolución no alteró la concentración de mercado antes de entrar en vigor.

En esta evaluación se estiman las ecuaciones (5) y (6) para las distintas mediciones de concentración de mercado presentadas en la Sección 3.2.1, de forma separada para telefonía móvil e Internet móvil. A su vez, las ecuaciones se estiman usando distintas definiciones de unidad de control. Esto con el fin de determinar si los resultados son robustos o no a la elección del contrafactual. En particular, se usa de forma separada para cada uno de los servicios fijos como unidad de control, así como el promedio de todos estos. De esta manera, para cada servicio móvil y cada variable dependiente, se obtienen cuatro efectos estimados distintos.

Así mismo, se estimó una versión dinámica de la ecuación (6) con el fin de dar evidencia a favor (o en contra) del supuesto de tendencias paralelas y con el fin de caracterizar efectos heterogéneos/dinámicos de la resolución a lo largo del tiempo. A saber, se estima,

$$y_{it} = \alpha_i + \phi_t + \sum_{\ell=2017t1}^{2020t1} \tau_{\ell} \mathbb{1}\{t = \ell\} * Móvil_i + \sum_{\ell=2022t2}^{2022t3} \tau_{\ell} \mathbb{1}\{t = \ell\} * Móvil_i + e_{it} \quad (9)$$

donde  $\mathbb{1}\{\cdot\}$  es una variable indicadora que toma el valor de uno si se cumple la condición dentro de los corchetes, y cero de lo contrario y  $e_{it}$  es el término del error. En este caso, los parámetros  $\tau_{\ell}$  corresponden a los efectos "anticipatorios" o previos a la Resolución, mientras que los parámetros  $\tau_{\ell}$  corresponden a los efectos dinámicos de la Resolución. Bajo tendencias paralelas los primeros deberían ser todos iguales a cero. Los segundos pueden tener cualquier forma y establecen la dinámica del efecto a lo largo del tiempo.

Debe notarse que en la ecuación (9) no es incluida ninguna interacción con el periodo 2020t2 (segundo trimestre de 2020), debido a que se toma el trimestre inmediatamente anterior a la implementación de la resolución como el periodo base o como el periodo de comparación. Así, todos los efectos dinámicos y anticipatorios son calculados respecto al segundo trimestre de 2020.

### 3.2.2.2 Control sintético

Una limitación que puede surgir de la metodología de Diferencias en Diferencias es que los índices de concentración de los servicios fijos podrían presentar fluctuaciones que respondan a fenómenos externos que no son controlados en esta evaluación, lo cual podría resultar en sobre o sub estimaciones de los efectos hallados en la concentración de los servicios de telefonía e Internet móvil. En este sentido, con el fin de lograr una mejor comparación, se implementa la metodología de Control Sintético. La lógica detrás de esta metodología es construir el mejor contrafactual posible para los servicios de Internet y telefonía móviles a partir de un promedio ponderado de los servicios fijos. Esto es, a diferencia de la metodología de Diferencias en Diferencias que usa como contrafactual la tendencia promedio de los servicios fijos, la metodología de Control Sintético construye el contrafactual directamente como un promedio ponderado de la variable de resultado observado de los servicios fijos.

El objetivo de la metodología de Control Sintético es, entonces, lograr calcular el siguiente objeto:

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020	Cód. Proyecto:	<b>Página 24 de 51</b>	
Victor Baldrich	Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Análítica de Datos	Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			



$$\tau_{i,t} = Y_{i,t}(1) - Y_{i,t}(0), \text{ con } t \geq 2020t3 \quad (10)$$

donde  $\tau_{i,t}$  es el efecto de la Resolución sobre la concentración de mercado del servicio  $i$  en el periodo  $t$ ,  $Y_{i,t}(1)$  y  $Y_{i,t}(0)$  son los resultados de concentración de mercado en presencia y ausencia de la Resolución en el momento  $t$  para el servicio  $i$ . Como  $t \geq 2020t3$ , el único término observado para los servicios de Internet y telefonía móviles es  $Y_{i,t}(1)$ .

De esta manera, el objetivo de la metodología de Control Sintético es construir  $Y_{i,t}(0)$ . Para construir tal objeto, Abadie et al. (2010) proponen construir el contrafactual como:

$$\widehat{Y_{i,t}(0)} = \sum_{j:Móvil_j=0} w_{i,j}^*(V_i) Y_{j,t} \quad (11)$$

donde  $w_{i,j}^*(V_i)$  son los pesos óptimos asignados a los servicios  $j$  no tratados.

Así pues, en esta evaluación se implementa la siguiente metodología (no paramétrica) para encontrar los pesos óptimos y así construir el contrafactual de los servicios de Internet y telefonía móviles:

**Paso 1.** Encontrar el vector de pesos  $W_i(V) = (w_{i,Tel.Fija}(V), w_{i,Int.Fijo}(V), w_{i,TV}(V))$  que minimizan la siguiente norma

$$\|X_1 - X_0 W\|_V = \sqrt{(X_1 - X_0 W)' V (X_1 - X_0 W)}$$

donde  $X_1$  y  $X_0$  son vectores de variables predictoras pretratamiento de  $Y_i$  de la unidad tratada y las unidades no tratadas, respectivamente, y  $V$  es una matriz diagonal de pesos con diagonal  $diag(V) = (v_1, \dots, v_k)$  que determina la importancia de cada predictor en la predicción de  $Y_i$ . En este trabajo se usa la participación máxima, el IHH, el índice de Linda, el índice de Stenbacka y el Radio de Concentración pasadas como predictoras.  $W$  en este caso determina la importancia de cada servicio fijo para replicar el comportamiento del servicio móvil en cuestión (Internet o telefonía).

**Paso 2.** Dado el vector óptimo  $W^*(V)$ , encontrar la matriz de pesos  $V_i$  que minimiza, para el periodo pretratamiento, el siguiente error de predicción

$$\sum_{t=2017t1}^{2020t2} \left( Y_{i,t} - \sum_{j:Móvil=0} w_{i,j}^*(V_i) Y_{j,t} \right)^2$$

y encontrar, entonces, el vector de pesos óptimos  $W^*(V^*)$ .

**Paso 3.** Construir el contrafactual siguiendo la ecuación (11).

**Paso 4.** Calcular el efecto del tratamiento para los periodos post resolución, como:

$$\widehat{\tau}_{i,t} = Y_{i,t}(1) - \widehat{Y_{i,t}(0)}$$

Este procedimiento se implementó de forma separada para telefonía e Internet móvil, y por lo tanto, los pesos están indexados por  $i \in \{Tel. Móvil, Int. Móvil\}$ .

Como extensión a esta metodología, se emplea el contrafactual construido para reestimar la ecuación (5). Esto es, en vez de utilizar los servicios fijos como unidades de control, se emplea directamente el contrafactual construido<sup>24</sup>. Así, en caso tal de que la metodología de Control Sintético no logre replicar de manera adecuada  $\widehat{Y}_{i,t}(0)$  pero este último cumpla el supuesto de tendencias paralelas, se puede identificar correctamente el efecto de la resolución sobre la concentración de mercado.

### 3.2.2.3 Regresión Vertical

La metodología de Control Sintético restringe los pesos óptimos a que sean mayores o iguales a cero. Esto puede ser una gran limitación en el escenario de la presente evaluación, dado que solo se cuenta con tres unidades de control (telefonía fija, Internet fijo y TV por suscripción) y, por ende, puede que pesos positivos (o nulos) para estas únicas tres unidades no logren replicar correctamente el comportamiento de las unidades tratadas. Con el fin de relajar esta restricción de pesos positivos y hacer más flexible la construcción del contrafactual, se implementa la metodología de Regresión Vertical<sup>25</sup> y de Regresión Vertical regularizada por Elastic Net<sup>26</sup>.

En particular, en vez de seguir los pasos expuestos en la metodología de Control Sintético para obtener el contrafactual predicho, se estima la siguiente ecuación de Regresión Vertical:

$$Y_{i,t} = \gamma_0 + \sum_{j:Móvil=0} \gamma_j Y_{j,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

Cuando esta función es estimada por MCO, la función objetivo a minimizar está dada por:

$$\sum_{t=2017t1}^{2020t2} \left( Y_{i,t} - \gamma_0 - \sum_{j:Móvil=0} \gamma_j Y_{j,t} \right)^2 \quad (13)$$

Cuando es estimada por Elastic Net, la función objetivo a minimizar está dada por:

$$\sum_{t=2017t1}^{2020t2} \left( Y_{i,t} - \gamma_0 - \sum_{j:Móvil=0} \gamma_j Y_{j,t} \right)^2 + \lambda_1 \|\Gamma\| + \lambda_2 \|\Gamma\|^2 \quad (14)$$

donde  $\Gamma = (\gamma_0, \dots, \gamma_{TV})$  y  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  son hiper parámetros de regularización (o penalización) que son escogidos por Validación Cruzada para obtener el ajuste óptimo (ver Athey y Imbens (2019)).

<sup>24</sup> Se utiliza como referencia a de Roux y Riehl (2022).

<sup>25</sup> Expuesta por Doudchenko y Imbens (2016), Ferman y Pinto (2021) y Athey et al. (2021)

<sup>26</sup> Ver Athey y Imbens (2019), expuesta por Athey et al. (2021)

Dados los parámetros obtenidos  $\Gamma^{MCO}$  y  $\Gamma^{EN}$  a partir de los problemas de optimización presentados en las ecuaciones (13) y (14), respectivamente, se construyen los contrafactuales de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_{i,t}^{MCO}(0) = \hat{\gamma}_0^{MCO} + \sum_{j:Móvil=0} \hat{\gamma}_j^{MCO} Y_{j,t} \quad (15)$$

y

$$\hat{Y}_{i,t}^{EN}(0) = \hat{\gamma}_0^{EN} + \sum_{j:Móvil=0} \hat{\gamma}_j^{EN} Y_{j,t} \quad (16)$$

Y así, finalmente, se obtienen los efectos estimados a partir de Regresión Vertical de la forma, muy similar a lo implementado en Control Sintético:

$$\begin{aligned} \hat{\tau}_{i,t}^{MCO} &= Y_{i,t}(1) - \hat{Y}_{i,t}^{MCO}(0) \\ \text{y} \\ \hat{\tau}_{i,t}^{EN} &= Y_{i,t}(1) - \hat{Y}_{i,t}^{EN}(0) \end{aligned} \quad (17)$$

La diferencia fundamental de esta metodología con la de Control Sintético es que los parámetros  $\Gamma$  pueden tener cualquier signo, lo cual le permite una mayor flexibilidad al algoritmo para encontrar el mejor contrafactual. Esto, nuevamente, se realiza de forma separada para cada servicio móvil  $i \in \{Tel. Móvil, Int. Móvil\}$ .

Al igual que con Control Sintético, la metodología de Regresión Vertical es no paramétrica. De esta manera, para hacer inferencia causal sobre los efectos encontrados, se hacen estimaciones placebo para calcular p-valores bajo la hipótesis nula de Fischer, siguiendo a Cunningham (2021).

### 3.2.3 Resultados

En esta sección se presentan los efectos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre la concentración de mercado de los servicios de Telefonía Móvil e Internet Móvil, medida a través del IHH, a partir de las distintas metodologías expuestas en la sección 3.2.2. En general, se encuentra que la resolución redujo la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles, y que el efecto fue incremental a lo largo del primer año de vigencia de la medida. Estos resultados son consistentes entre metodologías y tipos de medidas de concentración de mercado. Así mismo, estos resultados son consistentes con lo discutido en la Sección 3.2.1, no obstante, se recuerda de los resultados anteriores para el servicio de Internet móvil, si bien se presentaron reducciones, éstas no son consistentes a la variable con la que se calcula el indicador<sup>27</sup>. Los resultados son discutidos con mayor detalle a continuación.

#### 3.2.3.1 Diferencias en diferencias

<sup>27</sup> Los resultados son consistentes cuando el IHH se calcula a partir del tráfico pero no cuando el indicador se calcula a partir de los ingresos.

El Cuadro 5 presenta el efecto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre la concentración de mercado de telefonía móvil medida a través del IHH. Concretamente, el Panel A presenta los resultados para el IHH según la variable disponible (ver Cuadro 4), mientras que el Panel B presenta los resultados para el IHH basado en ingresos. Para cada medida, son presentados los resultados de estimar las ecuaciones (5) (columnas 1 a 4) y (6) (columnas 5 a 8) usando diferentes servicios fijos como grupo de control.

Como puede observarse en el Cuadro 5, se encuentra que la Resolución CRC 5929 de 2020 generó una caída en la concentración de mercado de telefonía móvil medida a través del IHH de tráfico. El signo del efecto es robusto a la elección del contrafactual. Como puede observarse, en promedio y a un nivel de significancia del 5 %, se observa que, como producto de la expedición de la resolución, el IHH cae entre 350 y 600 puntos. Considerando que el IHH promedio para telefonía móvil en el periodo previo a la expedición de la Resolución era de 4.341,5 (ver Cuadro 4), el efecto encontrado corresponde a una caída de entre 8% y 13%. Por otra parte, en el Panel B para el IHH basado en ingresos, se observa una caída promedio de 484,1 puntos. Este efecto, por su parte, corresponde a una caída del 13%. El efecto encontrado para el IHH de telefonía móvil es robusto a la variable con la que se calcula el mismo.

**Cuadro 5. Impacto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el IHH de Telefonía Móvil**

Panel A. Efecto estimado sobre el IHH								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-641.7*** (132.2)	-101.6 (81.32)	-389.5*** (74.46)	-274.2 (324.5)	-550.8*** (139.6)	-89.94* (49.94)	-389.5*** (66.74)	-352.9*** (85.23)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup> ajustado	0.876	0.991	0.977	0.592	0.879	0.997	0.982	0.972
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
Panel B. Efecto estimado sobre el IHH basado en ingresos								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-484.1*** (101.5)	90.37 (81.99)	-63.68 (77.88)	-90.68 (249.2)	-480.8*** (129.2)	86.39 (93.58)	-63.68 (86.06)	-129.0 (85.70)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup>	0.950	0.987	0.952	0.663	0.926	0.984	0.942	0.960
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos

Notas: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Errores estándar entre paréntesis. IHH: Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman. EF: Efectos fijos. Diferencias en Diferencias + EF: Modelo de Diferencias en Diferencias que incluye efectos fijos de tiempo y servicio.

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el Cuadro 6, presenta los efectos estimados para Internet Móvil, de manera análoga al Cuadro 5. Como puede observarse en el Panel A, también se encuentra que la Resolución CRC 5929 de 2020 generó una caída en la concentración de mercado de Internet móvil medida a través del IHH de tráfico. El signo del efecto es nuevamente robusto a la elección del contrafactual. En promedio, y a un nivel de significancia del 5%, el IHH cae entre 400 y 700 puntos por efecto de la decisión regulatoria. Considerando que el IHH promedio para Internet móvil en el periodo previo a la expedición de la resolución era de 3.471,2 (ver Cuadro 4), el efecto que se encuentra corresponde a

una caída de entre 11% y 20%, sin que esta caída sea suficiente para dejar de clasificarse como altamente concentrado.

Por otra parte, en el Panel B para el IHH basado en ingresos, se encuentran efectos tanto positivos como negativos, dependiendo del contrafactual seleccionado. En este caso, parece ser que el efecto dominante es positivo y está entre 200 y 400, lo cual corresponde a un incremento de entre 5% y 10%.

Ahora bien, las Figuras A2 y A3 del Apéndice presentan los efectos dinámicos estimados a partir de la ecuación (9) para el IHH de telefonía móvil<sup>28</sup>. Como puede observarse para el IHH de telefonía móvil (Figura A2), pese a que los efectos post-Resolución son incrementales en el tiempo, el nivel de concentración sigue correspondiendo al de un mercado altamente concentrado, lo cual evidencia que, si bien la medida de facilitar el trámite de portabilidad tiene efectos positivos sobre la concentración, esta no es suficiente por sí sola para modificar la clasificación de mercado con la que actualmente cuenta el servicio. Los efectos pre-resolución, si bien no son exactamente iguales a cero, parecen tener un comportamiento razonablemente estable y cercano al cero, lo cual sugiere que se cumple aproximadamente el supuesto de tendencias paralelas. El comportamiento de los coeficientes para el IHH para telefonía fija (Figura A3), por el contrario, no sustenta el supuesto de tendencias paralelas, de manera que los resultados del Panel B del Cuadro 5 no pueden ser interpretados como causales.

**Cuadro 6. Impacto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el IHH de Internet móvil**

<i>Panel A. Efecto estimado sobre el IHH</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-725.9*** (151.0)	-185.7* (106.7)	-473.6*** (100.6)	-358.3 (326.8)	-630.8*** (172.1)	-180.7* (94.79)	-473.6*** (107.0)	-437.4*** (97.66)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup> ajustado	0.379	0.965	0.815	0.241	0.239	0.972	0.791	0.933
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel B. Efecto estimado sobre el IHH basado en ingresos</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-205.0* (107.6)	369.5*** (88.60)	215.4** (84.56)	188.4 (250.0)	-166.8** (67.23)	366.8*** (66.33)	215.4** (76.07)	153.6** (74.31)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup> ajustado	0.966	0.989	0.969	0.756	0.988	0.994	0.975	0.979
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos

Notas: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Errores estándar entre paréntesis. IHH: Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman. EF: Efectos fijos. Diferencias en Diferencias + EF: Modelo de Diferencias en Diferencias que incluye efectos fijos de tiempo y servicio.

**Fuente: Elaboración propia**

<sup>28</sup> Los coeficientes de las gráficas no cuentan con intervalos de confianza en tres de cuatro casos dado que las regresiones agotan completamente los grados de libertad. Esto es, hay tantos parámetros estimados como observaciones. Solo en el caso en el que se utilizan todos los servicios fijos como contrafactual se logran obtener errores estándar. En el resto de los casos, al solo usar un único servicio como contrafactual, los coeficientes resultan de básicamente restar las series (ver Figura 4) de cada servicio (tratado y control) entre sí.

Por su parte, las Figuras A4 y A5, de forma análoga, presentan los resultados para Internet móvil. Para este servicio las conclusiones son similares. Los efectos son incrementales durante el primer año de vigencia de la medida en IHH y para esta medida parece cumplirse tendencias paralelas, mientras que para el IHH basado en ingresos no, de manera que los resultados del Panel B del Cuadro 6 tampoco pueden ser interpretados como causales.

Finalmente, en el Apéndice son presentados los efectos estimados para las medidas alternativas de concentración de mercado mencionadas en la Sección 3.2.1. En particular, son estimados los efectos promedio sobre variables de concentración de mercado a nivel de empresa (Cuadros A2 y A3) y a nivel de mercado (Cuadros A4 y A5) para telefonía e Internet móvil, así como los efectos dinámicos de estas variables (Figuras A6, A7, A8 y A9). En general, para los casos en los que parece presentarse tendencias paralelas (i.e., los efectos anticipatorios están en cero), los resultados son consistentes con la conclusión obtenida a partir de los Cuadros 5 y 6, es decir, que la Resolución CRC 5929 de 2020 generó una caída en la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles y tal caída fue incremental durante el primer año de vigencia de la medida, recordando que, sin embargo, dicha reducción no permite por si sola modificar la clasificación de mercado como altamente concentrado ni su estructura.

### 3.2.3.2 Control Sintético

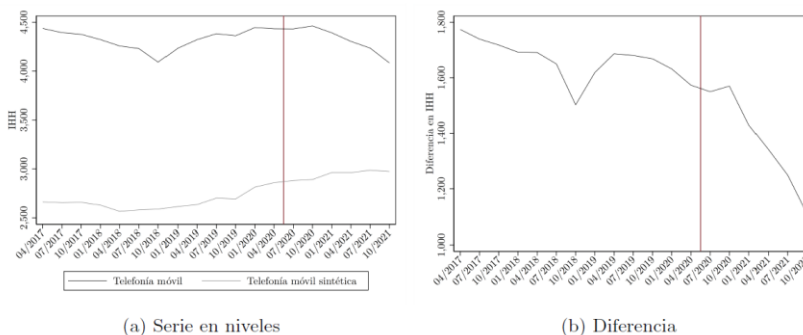
La Ilustración 8 presenta los resultados de implementar la metodología de Control Sintético para estimar el efecto de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el IHH de tráfico. El Panel A presenta los resultados para telefonía móvil, mientras que el Panel B muestra los resultados para Internet móvil. Las Figuras (a) y (c) presentan las series observadas y sintéticas del IHH, mientras que las Figuras (b) y (d), la diferencia entre las series. A partir de las Figuras (a) y (c) se puede observar que la metodología de Control Sintético no logra replicar los niveles observados en las series de los índices de concentración de los servicios de telefonía e Internet móvil en el periodo previo a la expedición de la resolución<sup>29</sup>. En este sentido, el restar las series (ver Figuras (b) y (d)) no nos permite acercarnos al efecto causal de interés.

<sup>29</sup> En el trabajo de Abadie et al. (2010) se presenta un ejemplo de cómo debería ser el ajuste de la serie para poder interpretar los resultados de la metodología como causales.

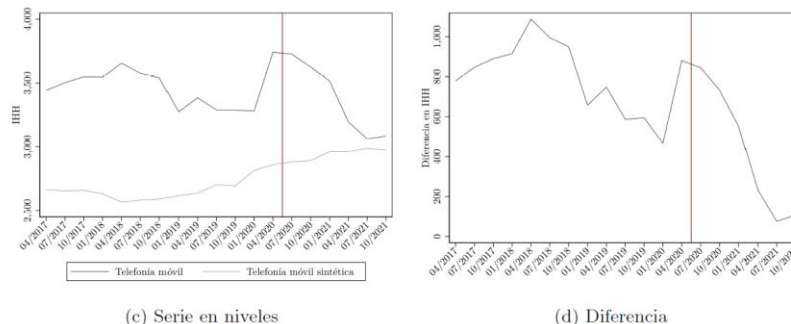
Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020		Cód. Proyecto:		<b>Página 30 de 51</b>	
Victor Baldrich		Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Análítica de Datos		Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022					

### Ilustración 8: Resultados de la metodología de Control Sintético.

Panel A. Telefonía Móvil



Panel B. Internet Móvil



Notas: Figuras a la izquierda presentan la evolución del Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman (IHH) del mercado de Telefonía e Internet móvil y sus respectivos controles sintéticos. Figuras a la derecha presentan la diferencia de ambas series.

**Fuente: Elaboración propia.**

No obstante, si bien el ajuste en niveles no es correcto, parece ser que la serie sintética sí logra replicar la evolución de la serie observada en el periodo previo a la resolución. Esto es soportado por las Figuras (b) y (d), las cuales reflejan una diferencia más o menos constante en el periodo pre-resolución. Así, resulta apropiado aplicar la metodología de Diferencias en Diferencias usando como contrafactual la serie sintética. Antes de eso, debe notarse que, una vez es implementada la resolución, la diferencia deja de ser constante y, para ambos servicios de Internet y telefonía móviles, empieza a caer de una forma rápida. Esto se alinea con el efecto negativo sobre el IHH encontrado por la metodología de Diferencias en Diferencias de la sección 3.1.3.1.

A partir de lo anterior, el Cuadro 7 presenta los resultados de estimar la ecuación 5 usando la serie sintética como contrafactual. Es decir, en vez de usar el promedio de los servicios fijos como grupo de control, en este caso se utiliza un promedio ponderado, donde los pesos son obtenidos de forma óptima para replicar de la mejor forma posible el comportamiento de la serie tratada. Como puede observarse en el Cuadro, el efecto estimado es de -288.5 para telefonía móvil y de -375 para Internet móvil. Estos dos coeficientes indican que la Resolución CRC 5929 de 2020 generó una caída del 6,6 % y del 10,8% en la concentración de mercado de telefonía e Internet móvil, respectivamente, donde la concentración de mercado es medida a través del IHH.

Este resultado es consistente con lo encontrado a partir de la metodología de Diferencias en Diferencias de la sección 3.1.3.1. La Figura A10 del Apéndice presenta los coeficientes dinámicos de la anterior estimación, y como puede observarse, nuevamente, el efecto es incremental en el tiempo. El supuesto de tendencias paralelas parece cumplirse para telefonía móvil, mientras que para Internet móvil el comportamiento pre-resolución no es tan estable<sup>30</sup>. Así, los resultados para el primer servicio pueden ser interpretados de forma causal, mientras que para el segundo son meramente sugestivos y aproximados.

**Cuadro 7: Impacto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el IHH a partir de Control Sintético + Diferencias en Diferencias**

	Telefonía Móvil	Internet Móvil
$\tau$	-288.5*** (68.31)	-375.0*** (107.5)
N	38	38
$R^2$ ajustado	0.985	0.843

Notas: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ . Errores estándar entre paréntesis. IHH: Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman. CS + DiD: Metodología de Diferencias en Diferencias implementada sobre las series observada y sintética de IHH de Telefonía e Internet móvil. Es decir, las unidades tratadas corresponden a las series observadas, mientras que las unidades de control a las series sintéticas o predichas por la metodología de Control Sintético (ver Figuras (a) y (c) de la Ilustración 8).

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3.3 Regresión Vertical

La Ilustración 9 presenta los resultados de implementar la metodología de Regresión Vertical para estimar el efecto de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre la concentración de mercado de los servicios de Internet y telefonía móviles. El Panel A presenta los resultados para telefonía móvil, mientras que el Panel B para Internet móvil. Las Figuras (a) y (c) presentan las series observadas y predichas (o sintéticas, en términos de Control Sintético), mientras que las Figuras (b) y (d) las diferencias. En las cuatro figuras están los resultados obtenidos a partir de MCO y a partir de Elastic Net. Como puede observarse en las Figuras (a) y (c), la metodología de Regresión Vertical logra ajustar de manera adecuada el comportamiento de la serie observada en el periodo pre-resolución, lo cual contrasta con lo obtenido a partir de Control Sintético. Sin embargo, debe notarse que, en el caso de Internet móvil, la mejor predicción que puede hacer Elastic Net es un promedio. En este sentido, se concluye que MCO es superior a Elastic Net en el ajuste pre-resolución para ambos servicios.

Dado que el ajuste resulta adecuado en el periodo pre-Resolución, las diferencias presentadas en las Figuras (c) y (d) pueden ser interpretadas como los efectos causales de la Resolución sobre la concentración de mercado para ambos servicios. Así, puede observarse que un año después el efecto estimado para telefonía móvil está entre -450 y -470 puntos del IHH, mientras que para Internet móvil entre -400 y -700 puntos. Estos efectos corresponden a una reducción de aproximadamente el

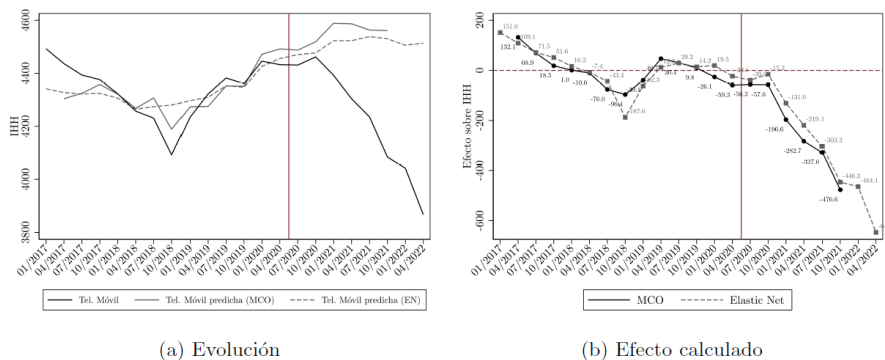
<sup>30</sup> Estos coeficientes no tienen intervalos de confianza porque, nuevamente, provienen de una regresión que agota todos los grados de libertad. Estos deben ser interpretados nuevamente como diferencias entre series.



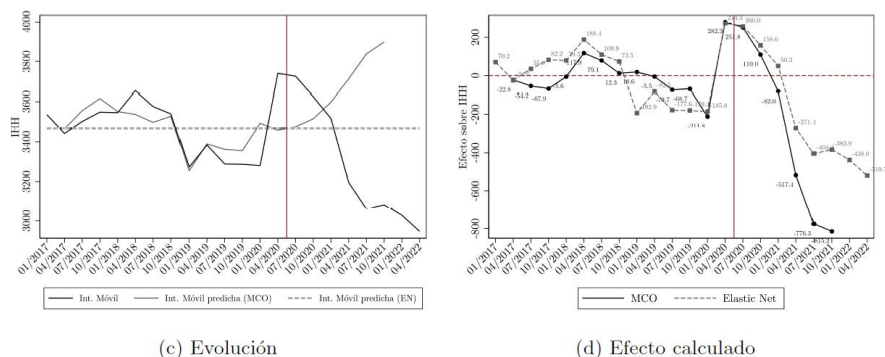
10% en el IHH para telefonía móvil y de 15% para Internet móvil, al promediar los efectos de las metodologías para este segundo servicio. Estos resultados son consistentes con los encontrados a partir de las dos metodologías presentadas en las secciones 3.2.3.1 y 3.2.3.2.

### Ilustración 9: Resultados de la metodología de Regresión Vertical.

Panel A. Telefonía Móvil



Panel B. Internet Móvil



Notas: Figuras a la izquierda presentan la evolución del Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman (IHH) del mercado de Telefonía e Internet móvil y sus respectivos contrafactuales. Figuras a la derecha presentan los efectos calculados a partir de la diferencia de ambas series.

**Fuente: Elaboración propia.**

Por otra parte, la Figura A11 del Apéndice presenta los resultados de implementar la metodología para estimar el efecto de forma iterativa para todos los servicios, sean tratados o no. Esto con el fin de calcular los p-valores asociados a los efectos anteriormente encontrados. En ambas gráficas de las Figura A11 se observa que los efectos encontrados para los servicios de Internet y telefonía móviles son los más extremos o grandes. Esto sugiere que es poco probable que los efectos encontrados sean producto del azar, de manera que pueden ser estadísticamente significativos.

El Cuadro 8 muestra los p-valores calculados a partir de los placebos descritos anteriormente, es decir, un p-valor para cada metodología (MCO y Elastic Net) y cada servicio. Dados los niveles de significancia tradicionales (1%, 5% y 10%), ninguno de los efectos encontrados son estadísticamente significativos. En cualquier caso, los resultados encontrados son consistentes entre metodologías, es

decir, que la Resolución CRC 5929 del 2020 generó una reducción en la concentración de mercado de aproximadamente el 10% para telefonía móvil y del 15% para Internet móvil.

**Cuadro 8. p-valores estandarizados de los efectos calculados a partir de Regresiones Verticales de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el IHH de Telefonía en Internet móvil**

	Telefonía Móvil	Internet Móvil
MCO	0.25	0.25
Elastic Net	0.50	0.75

Notas: p-valores calculados a partir de la distribución de efectos placebo (ver Figura A11). Mínimo p-valor posible: 0.25. IHH: Índice de concentración de Herfindahl-Hirschman.

**Fuente: Elaboración propia**

En conclusión, todos los resultados encontrados en esta sección, a través de la metodología Regresión Vertical, se alinean con los hallazgos de la Sección 3.1.2. Concretamente, se encontró que luego de la expedición de la Resolución CRC 5929 de 2020 se evidenció un incremento en el número de operaciones de portabilidad, dado que es menos costoso para los usuarios cambiar de operador, lo cual resultó en una reducción en la concentración de mercado de los servicios de telefonía e Internet móvil.

## 4 Conclusiones

De manera general, la presente evaluación ex post permite afirmar que la Resolución CRC 5929 de 2020 alcanzó sus objetivos regulatorios en relación con las dos medidas evaluadas. Lo anterior, en tanto la eliminación de la medida de compensación automática fue percibida por parte de los PRSTM como una reducción de costos y carga administrativa, sin afectar la calidad del servicio de voz prestada a los usuarios, y, por otra parte, al incentivar el uso del mecanismo de portabilidad numérica en los usuarios generando a su vez una reducción en los índices de concentración de los servicios de Internet y telefonía móviles.

La primera medida evaluada en este documento corresponde a la eliminación de la compensación automática, la cual fue percibida positivamente por parte de los PRSTM. La mayoría consideran que derivó en una reducción de cargas y costos y que, además, generó una simplificación al eliminar una disposición que ya no era efectiva en la práctica. En relación con la calidad del servicio de voz móvil, no se identificaron afectaciones en la calidad del servicio, particularmente en el porcentaje de llamadas caídas a nivel nacional. Adicionalmente, no se disminuyó la percepción de los usuarios sobre la calidad del servicio de voz móvil, e inclusive presentó una tendencia al alza.

La segunda medida introducida por la Resolución CRC 5929 de 2020 y evaluada en este documento corresponde a la reducción del tiempo para el trámite de portabilidad numérica móvil de tres a un día hábil. Los resultados de las proyecciones realizadas en la presente evaluación permiten determinar que la medida impulsó la cantidad de operaciones de portabilidad. Este incremento en el número de portaciones resultó a su vez en una reducción del 10% en la concentración del mercado de telefonía móvil, medido a través del IHH basado en tráfico. Estos resultados sugieren que facilitar la portabilidad numérica reduce la concentración de mercado del servicio de telefonía móvil. Pese a lo anterior, resulta relevante ilustrar que estos mercados se encuentran altamente concentrados, al presentar valores de IHH superiores a 2.500, y que las reducciones en la concentración medida por

IHH no es suficiente para disminuir los niveles de concentración a unos inferiores a 2.500 para que se considere un cambio en la concentración de los mercados que, a hoy, se clasifican como altamente concentrados<sup>31</sup>. Finalmente, debe advertirse que el ejercicio de evaluación ex post no pretende realizar un análisis de competencia ni de estructura de mercado para lo cual se deberán seguir las metodologías definidas para tal fin.

## 5 Bibliografía

Abadie, A., Diamond, A., y Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of california's tobacco control program. *Journal of the American statistical Association*, 105 (490), 493–505.

Angrist, J. D., y Pischke, J.-S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.

Athey, S., Bayati, M., Doudchenko, N., Imbens, G., y Khosravi, K. (2021). Matrix completion methods for causal panel data models. *Journal of the American Statistical Association*, 116 (536), 1716–1730.

Athey, S., y Imbens, G. W. (2019). Machine learning methods that economists should know about. *Annual Review of Economics*, 11 , 685–725.

CRC. (2023). Indicadores de Calidad para el acceso a servicios de voz móvil. Disponible en: <https://www.postdata.gov.co/dataset/indicadores-de-calidad-para-el-acceso-servicios-de-voz-m%C3%B3vil>.

CRC. (2020). Medición de calidad objetiva y subjetiva de los servicios de comunicaciones en 2019. Disponible en: <https://www.postdata.gov.co/story/medici%C3%B3n-de-calidad-objetiva-y-subjetiva-de-los-servicios-de-comunicaciones-en-2019>.

CRC. (2021). Medición de percepción de calidad de los servicios de telecomunicaciones 2020. Disponible en: <https://www.postdata.gov.co/story/medici%C3%B3n-de-percepci%C3%B3n-de-calidad-de-los-servicios-de-telecomunicaciones-2020>.

CRC. (2022). Medición de percepción de calidad de los servicios de telecomunicaciones 2021. Disponible en: <https://www.postdata.gov.co/story/medicion-de-percepcion-de-calidad-de-los-servicios-de-telecomunicaciones-2021>.

Cunningham, S. (2021). *Causal inference*. En *Causal inference*. Yale University Press.

De Roux, N., y Riehl, E. (2022). Do college students benefit from placement into higher-achieving classes? *Journal of Public Economics*, 210 , 104669.

Doudchenko, N., y Imbens, G. W. (2016). Balancing, regression, difference-in-differences and synthetic control methods: A synthesis (Inf. T´ec.). National Bureau of Economic Research.

<sup>31</sup> U.S. Department of Justice and The Federal Trade Commission (2010). Horizontal Merger Guidelines. Disponible en: <https://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines-08192010>.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020	Cód. Proyecto:		<b>Página 35 de 51</b>
Victor Baldrich	Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Análítica de Datos	Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ferman, B., y Pinto, C. (2021). Synthetic controls with imperfect pretreatment fit. *Quantitative Economics*, 12 (4), 1197–1221.

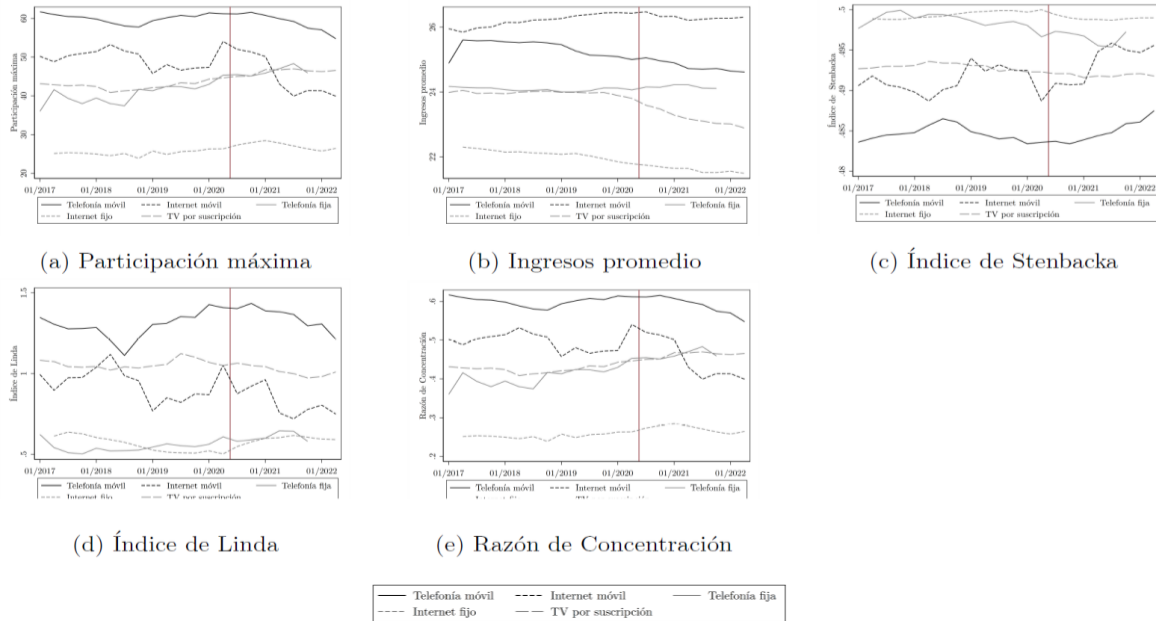
Hodrick, R. J., y Prescott, E. C. (1997). Postwar us business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money, credit, and Banking*, 1–16.

---

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 5929 de 2020	Cód. Proyecto:	<b>Página 36 de 51</b>	
Victor Baldrich	Actualizado: 05/06/2023	Revisado por: Inteligencia y Análítica de Datos	Fecha revisión: 05/06/2023 Revisión No. 2
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

## 6 Apéndice

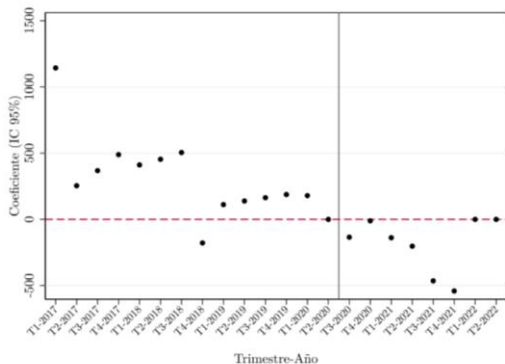
**Figura A 1. Evolución de indicadores alternativos de concentración de mercado.**



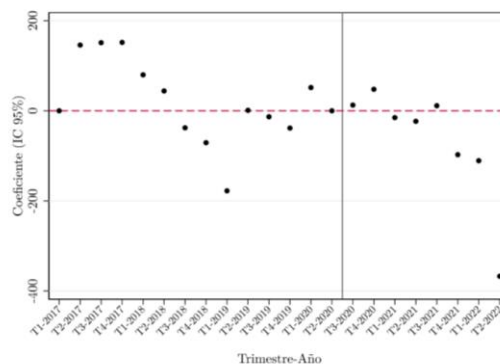
Nota: Línea vertical, ubicada en la fecha (01/07/2020) indica la entrada en vigor de la Resolución CRC 5929 de 2020.

**Fuente: Elaboración propia.**

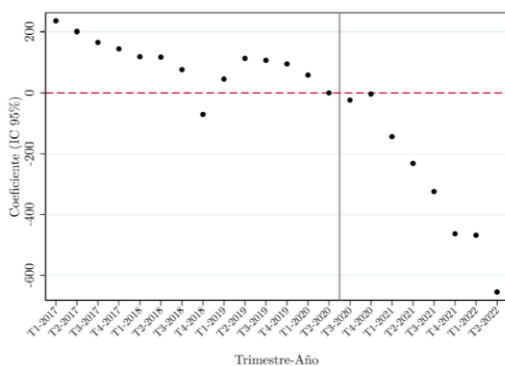
**Figura A 2. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el índice de concentración de Herfindahl-Hirschman de Telefonía Móvil**



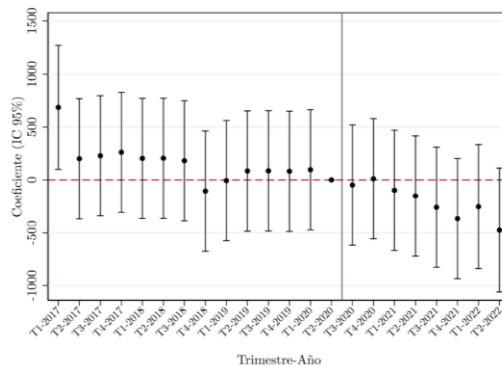
(a) Control: Telefonía Fija



(b) Control: Internet Fijo



(c) Control: TV por suscripción



(d) Control: Todos

**Fuente: Elaboración propia.**

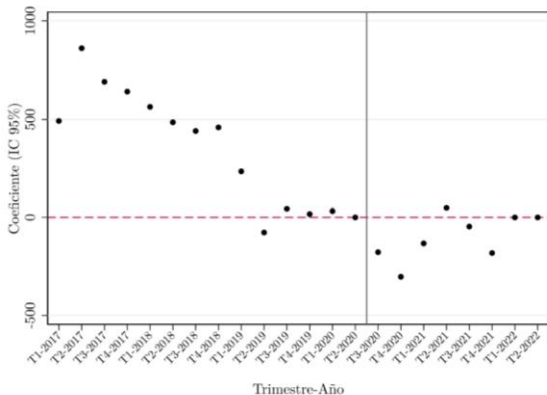
**Cuadro A 1. Tabla de diferencia de medias pre-post Resolución de índices de concentración de mercado alternativos por tipo de servicio**

	Pre-Resolución		Post-Resolución		Diferencia (EE)
	N	Media (DE)	N	Media (DE)	Post-Pre
<i>Panel A. Participación máxima de mercado</i>					
Telefonía móvil	14	60.1 (1.2)	8	59.0 (2.4)	-1.1 (0.8)
Internet móvil	14	49.8 (2.5)	8	44.9 (5.3)	-4.8*** (1.7)
Telefonía fija	14	40.6 (2.6)	6	46.3 (1.2)	5.7*** (1.1)
Internet fijo	13	25.3 (0.7)	8	27.1 (0.9)	1.8*** (0.3)
TV por suscripción	14	42.7 (1.1)	8	46.3 (0.7)	3.6*** (0.4)
<i>Panel B. Ingresos promedio</i>					
Telefonía móvil	14	105.0 (24.6)	8	59.3 (9.9)	-45.8*** (9.2)
Internet móvil	14	244.4 (47.2)	8	267.1 (22.0)	22.6 (17.8)
Telefonía fija	14	28.9 (1.6)	6	31.3 (1.6)	2.4*** (0.8)
Internet fijo	13	3.9 (0.6)	8	2.4 (0.2)	-1.5*** (0.2)
TV por suscripción	14	25.8 (1.5)	8	12.2 (3.1)	-13.6*** (1.0)
<i>Panel C. Índice de Stenbacka</i>					
Telefonía móvil	14	0.5 (0.0)	8	0.5 (0.0)	0.0 (0.0)
Internet móvil	14	0.5 (0.0)	8	0.5 (0.0)	0.0*** (0.0)
Telefonía fija	14	0.5 (0.0)	6	0.5 (0.0)	-0.0*** (0.0)
Internet fijo	13	0.5 (0.0)	8	0.5 (0.0)	-0.0** (0.0)
TV por suscripción	14	0.5 (0.0)	8	0.5 (0.0)	-0.0*** (0.0)
<i>Panel D. Índice de Linda</i>					
Telefonía móvil	14	1.3 (0.1)	8	1.3 (0.1)	0.0 (0.0)
Internet móvil	14	0.9 (0.1)	8	0.8 (0.1)	-0.1*** (0.0)
Telefonía fija	14	0.5 (0.0)	6	0.6 (0.0)	0.1*** (0.0)
Internet fijo	13	0.6 (0.0)	8	0.6 (0.0)	0.0 (0.0)
TV por suscripción	14	1.1 (0.0)	8	1.0 (0.0)	-0.0*** (0.0)
<i>Panel E. Razón de concentración</i>					
Telefonía móvil	14	0.6 (0.0)	8	0.6 (0.0)	-0.0 (0.0)
Internet móvil	14	0.5 (0.0)	8	0.4 (0.1)	-0.0*** (0.0)
Telefonía fija	14	0.4 (0.0)	6	0.5 (0.0)	0.1*** (0.0)
Internet fijo	13	0.3 (0.0)	8	0.3 (0.0)	0.0*** (0.0)
TV por suscripción	14	0.4 (0.0)	8	0.5 (0.0)	0.0*** (0.0)

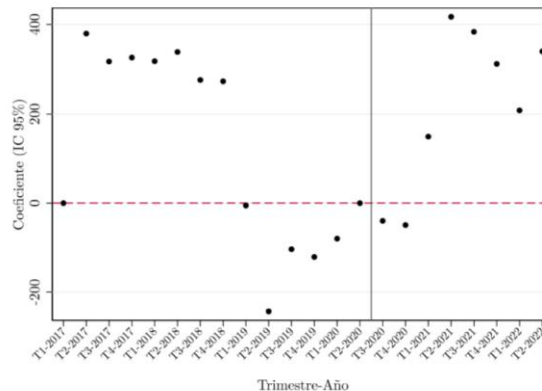
Notas: \*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01. IHH: Índice de concentración de mercado de Herfindahl-Hirschman. DE: Desviación Estándar. EE: Error estándar.

Fuente: Elaboración propia

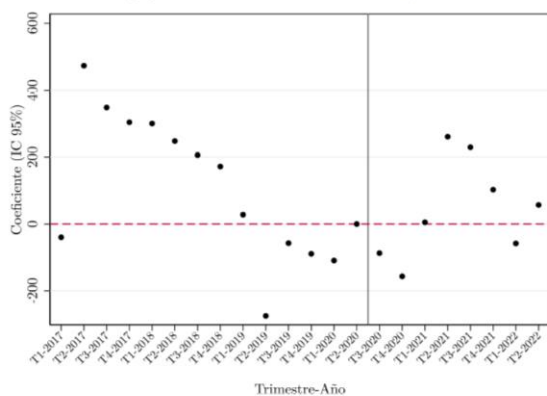
**Figura A 3. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el índice de concentración de Herfindahl-Hirschman de Telefonía Móvil**



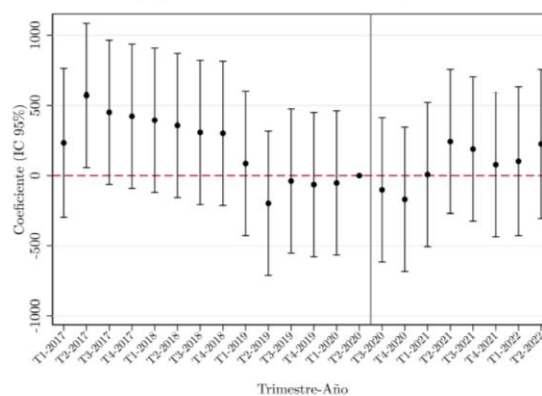
(a) Control: Telefonía Fija



(b) Control: Internet Fijo



(c) Control: TV por suscripción



(d) Control: Todos

**Fuente: Elaboración propia.**



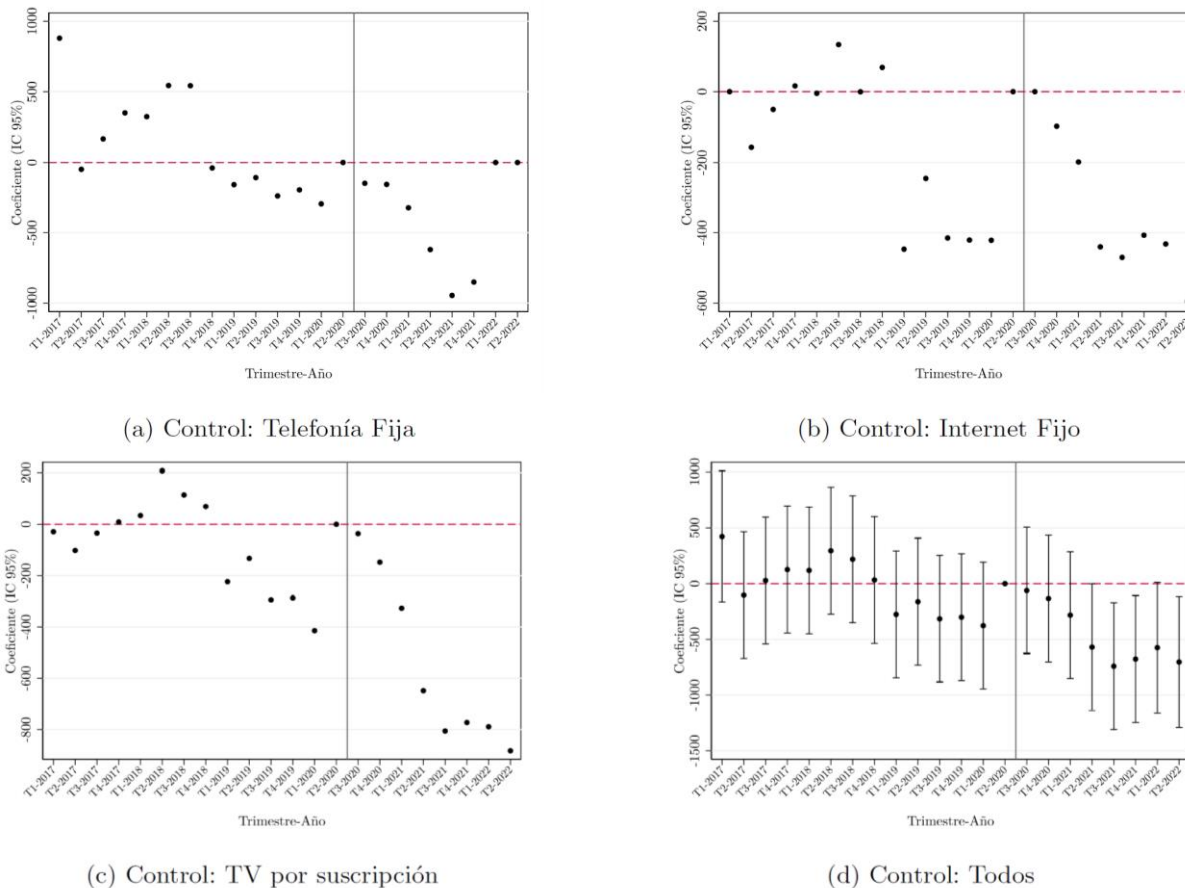
**Cuadro A 2. Impacto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración de mercado en Telefonía Móvil medidas a nivel de empresa**

<i>Panel A. Efecto estimado sobre la participación de las empresas</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-4.561 (3.075)	-2.528*** (0.604)	-2.283 (1.395)	-2.236*** (0.793)	-0.216 (0.253)	-0.104** (0.0447)	-0.0942 (0.0932)	-0.106* (0.0642)
N	494	6,028	1,541	7,663	492	5,932	1,525	7,549
$R^2$ ajustado	0.012	0.176	0.108	0.083	0.995	0.996	0.997	0.995
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel B. Efecto estimado sobre el número de movimientos de las empresas</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-163.5 (843.4)	82.97 (585.7)	163.3 (1,011)	128.6 (655.3)	1,027*** (187.6)	732.6*** (72.67)	793.0*** (120.0)	782.6*** (72.30)
N	494	6,028	1,541	7,663	492	5,932	1,525	7,549
$R^2$ ajustado	0.147	0.022	0.012	0.013	0.966	0.988	0.989	0.990
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos

Notas: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ . Errores estándar entre paréntesis. IHH: Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman. EF: Efectos fijos. Diferencias en Diferencias + EF: Modelo de Diferencias en Diferencias que incluye efectos fijos de tiempo y empresa-servicio. Número de movimientos normalizado por el número de movimientos de cada empresa en el trimestre justamente anterior a la Resolución. El número de movimientos corresponde, según el caso, al tráfico, al número de accesos o al número de suscripciones.

**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura A 4. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el índice de concentración de Herfindahl-Hirschman de Internet Móvil.**



**Fuente: Elaboración propia.**

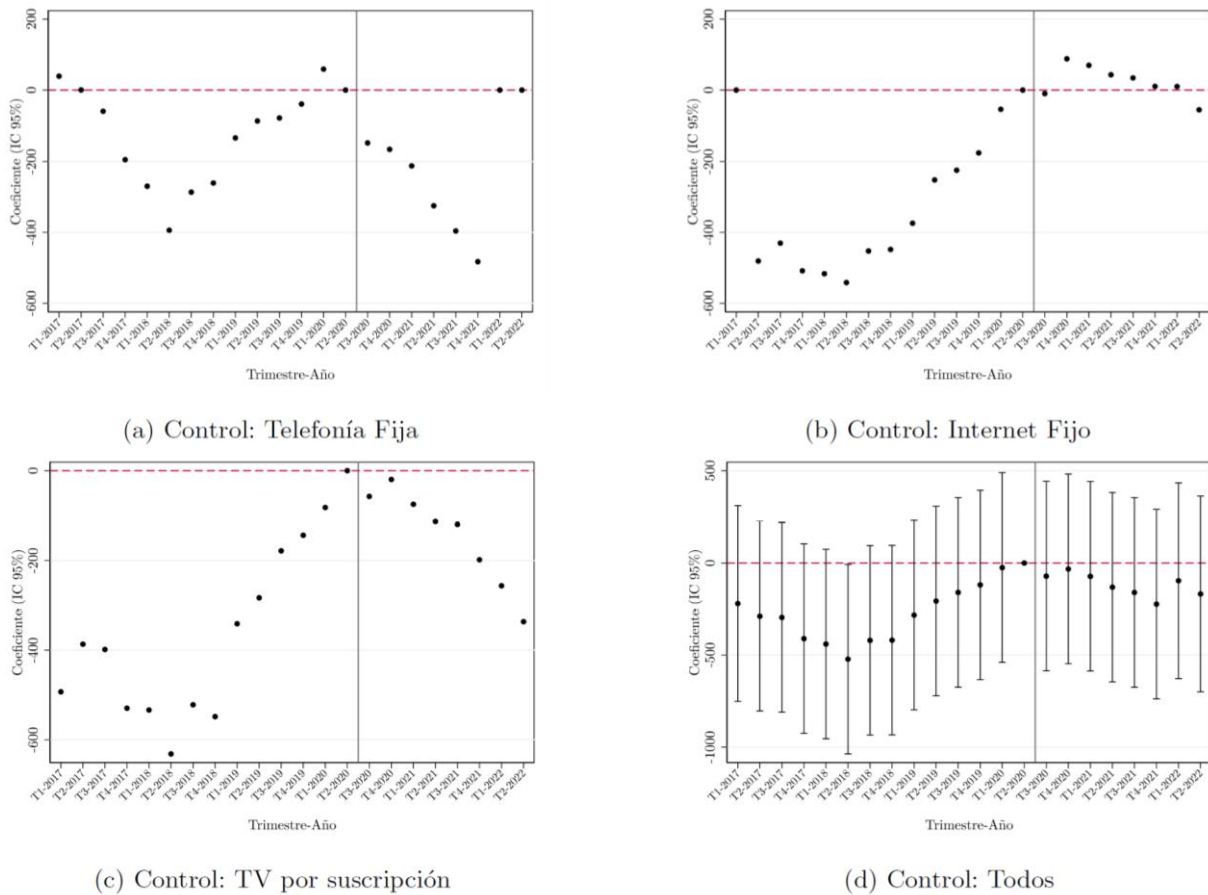
### Cuadro A 3. Impacto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración de mercado en Internet Móvil medidas a nivel de empresa

<i>Panel A. Efecto estimado sobre la participación de las empresas</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-4.196 (3.133)	-2.163*** (0.603)	-1.917 (1.438)	-1.871** (0.867)	-0.528 (0.488)	-0.464*** (0.0987)	-0.448** (0.206)	-0.462*** (0.105)
N	443	5,977	1,490	7,612	440	5,880	1,473	7,497
$R^2$ ajustado	0.053	0.285	0.189	0.125	0.982	0.984	0.987	0.989
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel B. Efecto estimado sobre el número de movimientos de las empresas</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	85.18 (57.44)	331.6 (650.5)	412.0 (1,095)	377.3 (742.1)	117.9*** (18.39)	-17.09 (69.98)	-42.15 (96.16)	-17.73 (73.06)
N	443	5,977	1,490	7,612	440	5,880	1,473	7,497
$R^2$ ajustado	0.059	0.002	0.005	0.002	0.923	0.991	0.994	0.992
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos

Notas: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ . Errores estándar entre paréntesis. IHH: Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman. EF: Efectos fijos. Diferencias en Diferencias + EF: Modelo de Diferencias en Diferencias que incluye efectos fijos de tiempo y empresa-servicio. Número de movimientos normalizado por el número de movimientos de cada empresa en el trimestre justamente anterior a la Resolución. El número de movimientos corresponde, según el caso, al tráfico, al número de accesos o al número de suscripciones.

Fuente: Elaboración propia.

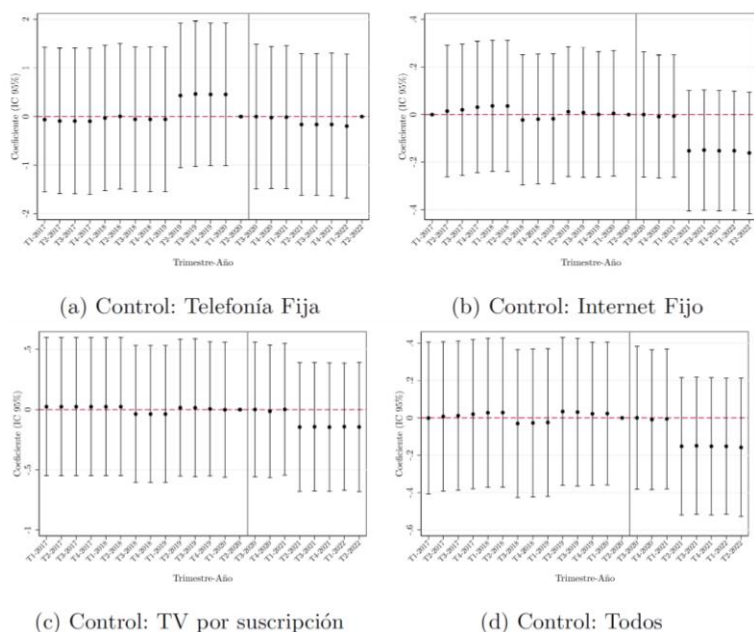
**Figura A 5. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre el índice de concentración de Herfindahl-Hirschman de Internet Móvil**



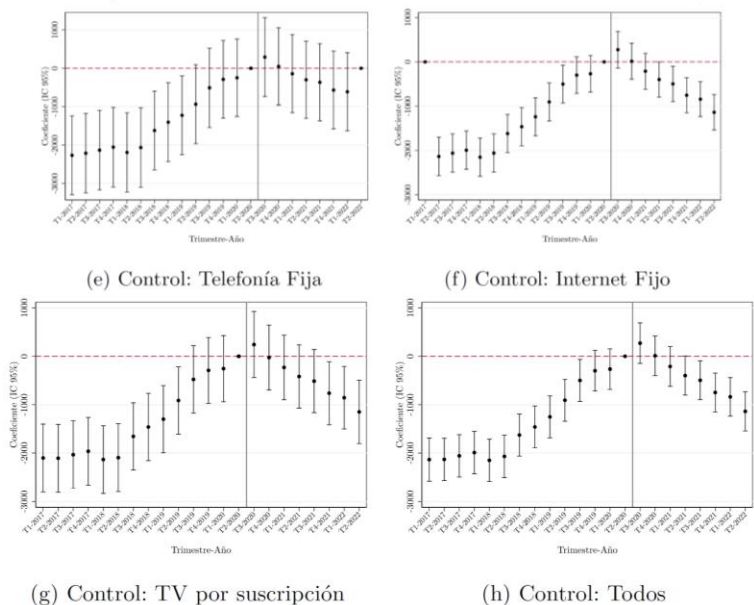
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura A 6. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración de mercado en Telefonía Móvil medidas a nivel de empresa**

*Panel A. Efectos dinámicos sobre la participación de las empresas*



*Panel B. Efectos dinámicos sobre el número de movimientos de las empresas*

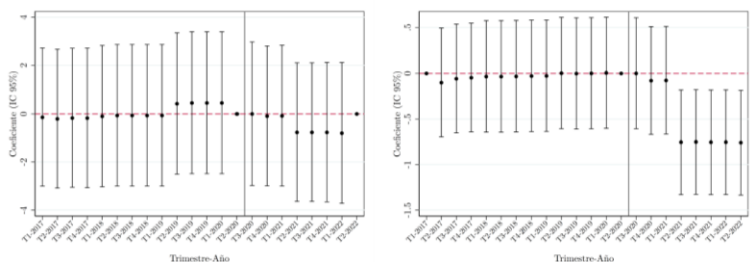


Nota. Número de movimientos normalizado por el número de movimientos de cada empresa en el trimestre justamente anterior al de la Resolución. El número de movimientos corresponde, según el caso, al tráfico, al número de accesos o al número de suscripciones. Fuente: Elaboración propia.

**Fuente: Elaboración propia**

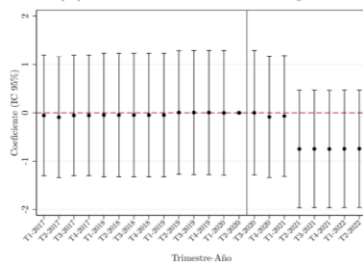
**Figura A 7. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración de mercado en Internet Móvil medidas a nivel de empresa**

*Panel A. Efectos dinámicos sobre la participación de las empresas*

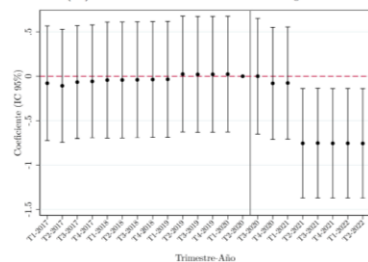


(a) Control: Telefonía Fija

(b) Control: Internet Fijo

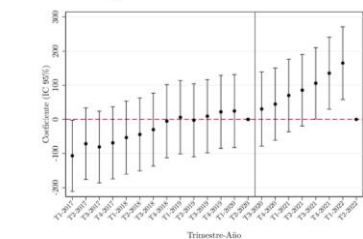


(c) Control: TV por suscripción

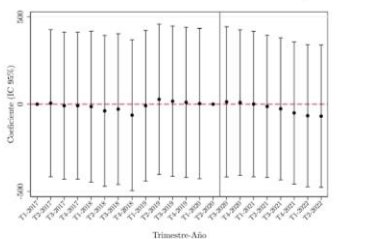


(d) Control: Todos

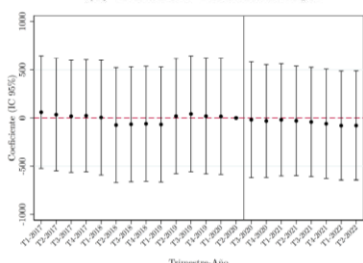
*Panel B. Efectos dinámicos sobre el número de movimientos de las empresas*



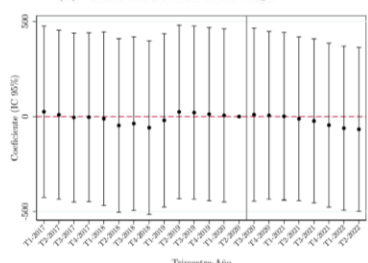
(e) Control: Telefonía Fija



(f) Control: Internet Fijo



(g) Control: TV por suscripción



(h) Control: Todos

Nota. Número de movimientos normalizado por el número de movimientos de cada empresa en el trimestre justamente anterior al de la Resolución. El número de movimientos corresponde, según el caso, al tráfico, al número de accesos o al número de suscripciones. Fuente: Elaboración propia.

**Fuente: Elaboración propia**

**Cuadro A 4. Impacto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración de mercado en Telefonía Móvil**

<i>Panel A. Efecto estimado sobre la participación máxima de las empresas</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-6.860*** (1.315)	-2.961*** (0.842)	-4.676*** (0.866)	-3.984 (3.823)	-5.827*** (1.214)	-2.839*** (0.547)	-4.676*** (0.767)	-4.591*** (0.741)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup> ajustado	0.953	0.994	0.971	0.636	0.965	0.997	0.978	0.986
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel B. Efecto estimado sobre el Índice de Stenbacka</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	0.00245*** (0.000670)	0.000813 (0.000538)	0.00137** (0.000525)	0.00155 (0.00140)	0.00184*** (0.000470)	0.000736 (0.000576)	0.00137*** (0.000434)	0.00140*** (0.000385)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup> ajustado	0.978	0.987	0.957	0.785	0.990	0.985	0.971	0.984
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel C. Efecto estimado sobre el Índice de Linda</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-0.00934 (0.0405)	0.0179 (0.0400)	0.0924** (0.0374)	0.0256 (0.106)	0.0203 (0.0307)	0.0216 (0.0474)	0.0924*** (0.0292)	0.0421 (0.0270)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup> ajustado	0.975	0.972	0.845	0.603	0.987	0.962	0.905	0.975
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel D. Efecto estimado sobre la razón de concentración</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-0.0686*** (0.0132)	-0.0296*** (0.00842)	-0.0468*** (0.00866)	-0.0398 (0.0382)	-0.0583*** (0.0121)	-0.0284*** (0.00548)	-0.0468*** (0.00768)	-0.0459*** (0.00741)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
R <sup>2</sup> ajustado	0.953	0.994	0.971	0.635	0.965	0.997	0.977	0.986
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos

Notas: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Errores estándar entre paréntesis. IHH: Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman. EF: Efectos fijos. Diferencias en Diferencias + EF: Modelo de Diferencias en Diferencias que incluye efectos fijos de tiempo y servicio. Participación máxima: Participación máxima reportada cada trimestre entre todas las empresas que ofrecen un mismo servicio.

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro A 5. Impacto estimado de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración de mercado en Internet Móvil**

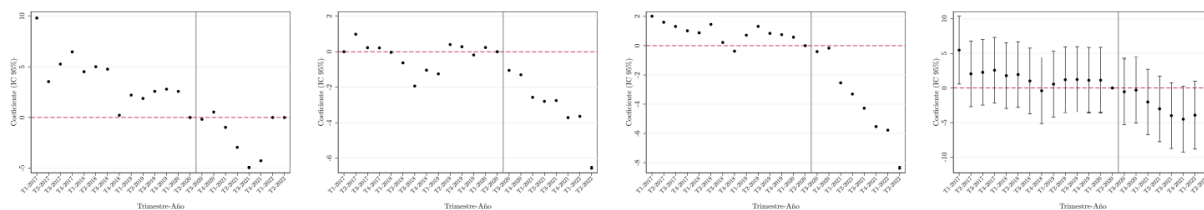
<i>Panel A. Efecto estimado sobre la participación máxima de las empresas</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-10.60*** (2.062)	-6.697*** (1.721)	-8.412*** (1.708)	-7.720* (3.916)	-9.178*** (2.351)	-6.662*** (1.644)	-8.412*** (1.852)	-8.301*** (1.217)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
$R^2$ ajustado	0.587	0.944	0.515	0.279	0.510	0.950	0.429	0.931
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel B. Efecto estimado sobre el Índice de Stenbacka</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	0.00450*** (0.000988)	0.00286*** (0.000872)	0.00342*** (0.000854)	0.00361** (0.00145)	0.00397*** (0.00112)	0.00282*** (0.000861)	0.00342*** (0.000893)	0.00346*** (0.000592)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
Adjusted R-squared	0.820	0.879	0.288	0.348	0.798	0.882	0.220	0.893
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel C. Efecto estimado sobre el Índice de Linda</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-0.179*** (0.0478)	-0.152*** (0.0466)	-0.0777* (0.0441)	-0.144 (0.107)	-0.165*** (0.0533)	-0.148*** (0.0419)	-0.0777 (0.0453)	-0.129*** (0.0312)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
$R^2$ ajustado	0.851	0.839	0.588	0.096	0.839	0.869	0.565	0.924
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos
<i>Panel D. Efecto estimado sobre la razón de concentración</i>								
	Diferencias en Diferencias				Diferencias en Diferencias + EF			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\tau$	-0.106*** (0.0206)	-0.0670*** (0.0172)	-0.0841*** (0.0171)	-0.0772* (0.0392)	-0.0918*** (0.0235)	-0.0666*** (0.0164)	-0.0841*** (0.0185)	-0.0830*** (0.0122)
N	42	43	44	85	40	42	44	85
$R^2$ ajustado	0.587	0.944	0.514	0.279	0.510	0.950	0.429	0.931
Control	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos	Telefonía fija	Internet fijo	TV por suscripción	Todos

Notas: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Errores estándar entre paréntesis. IHH: Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman. EF: Efectos fijos. Diferencias en Diferencias + EF: Modelo de Diferencias en Diferencias que incluye efectos fijos de tiempo y servicio. Participación máxima: Participación máxima reportada cada trimestre entre todas las empresas que ofrecen un mismo servicio.

Fuente: Elaboración propia

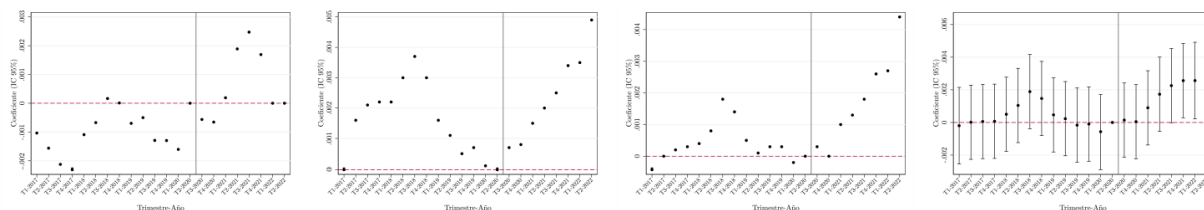


**Figura A 8. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración en el mercado de Telefonía Móvil. C: Control. TV por sus: TV por suscripción**  
*Panel A. Efectos dinámicos sobre la participación máxima de las empresas*



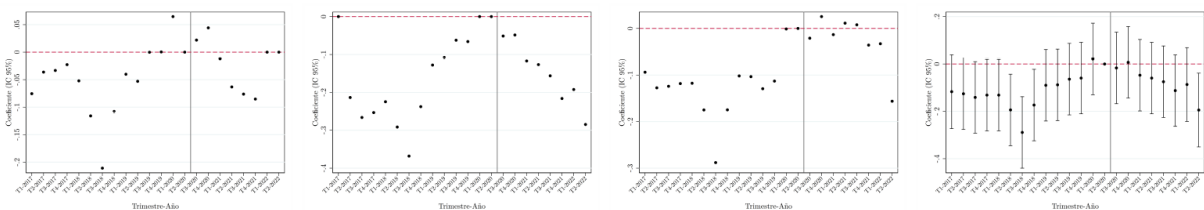
(a) C: Telefonía Fija (b) C: Internet Fijo (c) C: TV por sus. (d) C: Todos

*Panel B. Efectos dinámicos sobre el Índice de Stenbacka*



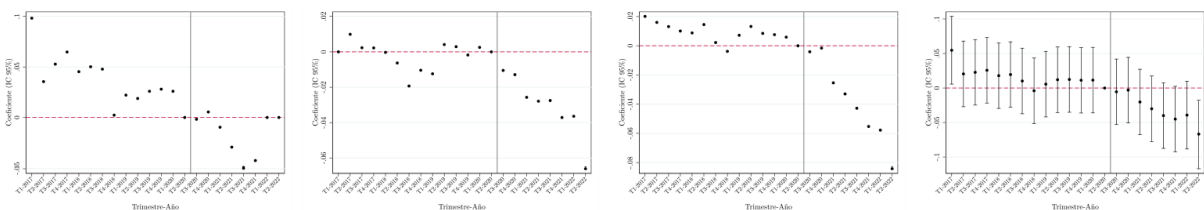
(e) C: Telefonía Fija (f) C: Internet Fijo (g) C: TV por sus. (h) C: Todos

*Panel C. Efectos dinámicos sobre el Índice de Linda*



(i) C: Telefonía Fija (j) C: Internet Fijo (k) C: TV por sus. (l) C: Todos

*Panel D. Efectos dinámicos sobre la Razón de Concentración*

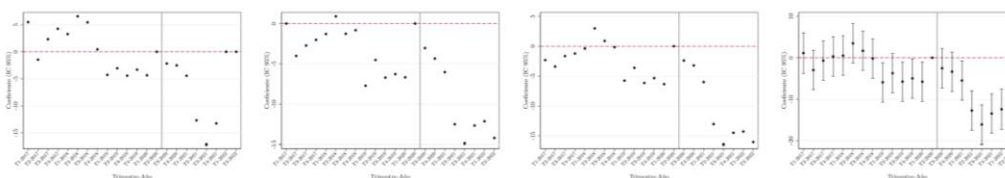


(m) C: Telefonía Fija (n) C: Internet Fijo (ñ) C: TV por sus. (o) C: Todos

**Fuente: Elaboración propia.**

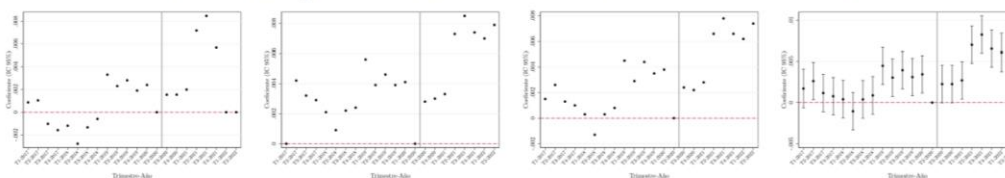
**Figura A 9. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración en el mercado de Internet Móvil. C: Control. TV por sus: TV por suscripción**

*Panel A. Efectos dinámicos sobre la participación máxima de las empresas*



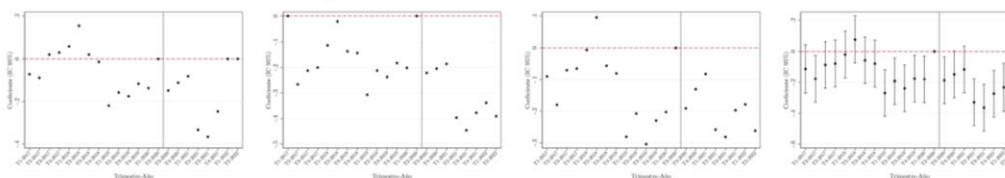
(a) C: Telefonía Fija (b) C: Internet Fijo (c) C: TV por sus. (d) C: Todos

*Panel B. Efectos dinámicos sobre el Índice de Stenbacka*



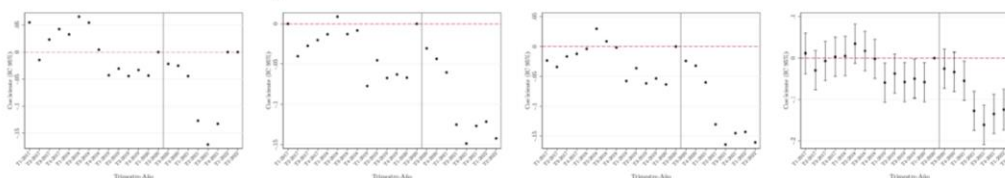
(e) C: Telefonía Fija (f) C: Internet Fijo (g) C: TV por sus. (h) C: Todos

*Panel C. Efectos dinámicos sobre el Índice de Linda*



(i) C: Telefonía Fija (j) C: Internet Fijo (k) C: TV por sus. (l) C: Todos

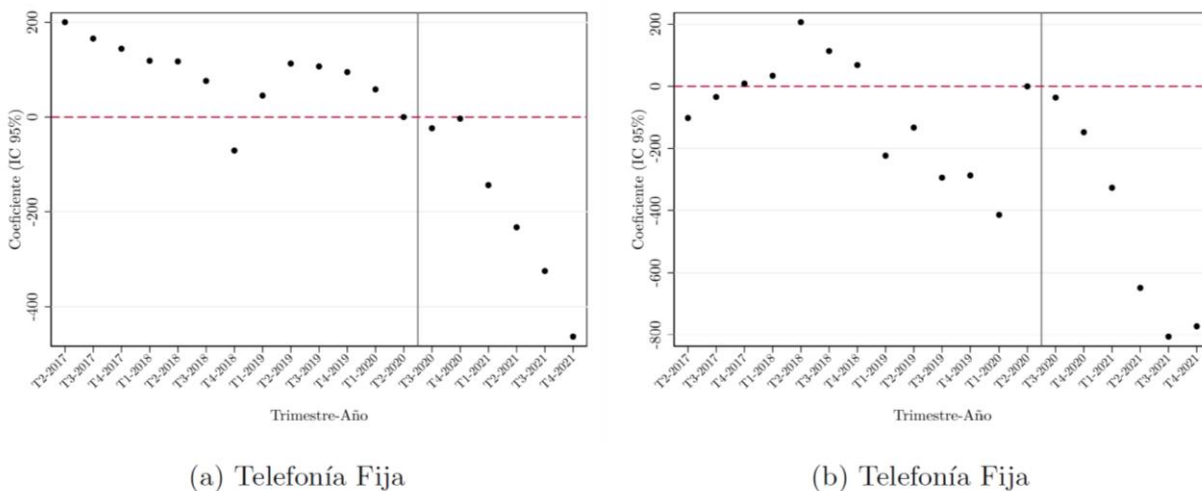
*Panel D. Efectos dinámicos sobre la Razón de Concentración*



(m) C: Telefonía Fija (n) C: Internet Fijo (ñ) C: TV por sus. (o) C: Todos

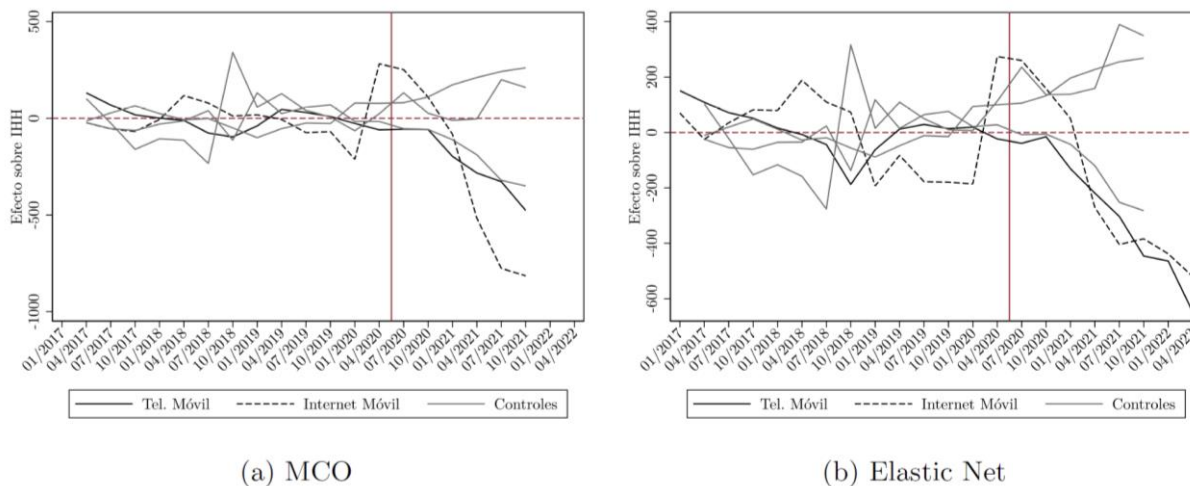
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura A 10. Efectos dinámicos estimados de la Resolución CRC 5929 de 2020 sobre variables de concentración en el mercado de Telefonía e Internet Móviles. Estimaciones realizadas usando el Control Sintético como contrafactual en el modelo de Diferencias en Diferencias dinámicas**



Elaboración propia.

**Figura A 11. Distribución de efectos calculados cambiando la unidad tratada. Líneas negras presentan los efectos estimados para los servicios efectivamente tratados (Telefonía e Internet Móviles). Líneas grises presentan efectos (placebo) estimados para los servicios no tratados**



Fuente: Elaboración propia.