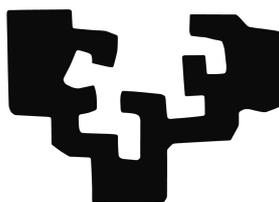


eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# Un Análisis de la Concentración en el Mercado Ibérico de Electricidad

Aitor Ciarreta<sup>\*</sup>

María Paz Espinosa<sup>\*\*</sup>

Cristina Pizarro-Irizar<sup>\*\*\*</sup>

30 de septiembre de 2024

## Resumen

En este informe se computan y evalúan una batería de índices de concentración del mercado mayorista de electricidad. El cálculo se realiza tanto para el segmento de la oferta como de la demanda del mercado. Los análisis estático y dinámico proporcionan información útil sobre el nivel y la evolución del grado de competencia en el mercado y los cambios que se han producido en los últimos años a consecuencia de la entrada y salida de operadores, así como de las distintas reformas regulatorias implementadas. En primer lugar, los resultados indican que los índices de concentración del mercado mayorista, tanto en el segmento de la demanda como en el segmento de la oferta, se mantienen en niveles compatibles con un mercado poco concentrado. En segundo lugar, el análisis dinámico revela que se ha producido un descenso de la concentración en ambos segmentos desde 2015, observándose también un cierto estancamiento o ligero ascenso desde 2022.

---

<sup>\*</sup> Catedrático de Universidad de Economía. Departamento de Análisis Económico, UPV/EHU. [Email: aitor.ciarreta@ehu.eus](mailto:aitor.ciarreta@ehu.eus)

<sup>\*\*</sup> Catedrática de Universidad de Economía. Departamento de Análisis Económico, UPV/EHU. [Email: maria-paz.espinosa@ehu.eus](mailto:maria-paz.espinosa@ehu.eus)

<sup>\*\*\*</sup> Profesora Titular de Universidad de Economía. Departamento de Análisis Económico, UPV/EHU. [Email: mariacristina.pizarro@ehu.eus](mailto:mariacristina.pizarro@ehu.eus)

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Medidas de concentración y estabilidad</b>	<b>4</b>
2.1. Medidas ordinales de concentración . . . . .	5
2.2. Medidas cardinales de concentración . . . . .	7
2.3. Índices de pivotalidad . . . . .	17
2.4. Índices de inestabilidad . . . . .	17
<b>3. Datos y descripción del mercado</b>	<b>18</b>
3.1. Datos . . . . .	18
3.2. Descripción del mercado . . . . .	19
3.3. Formación de precios y evolución . . . . .	21
3.4. Comercializadoras de Último Recurso . . . . .	21
<b>4. Resultados</b>	<b>24</b>
4.1. Análisis estático para el mercado mayorista de electricidad . . . . .	24
4.2. Análisis dinámico para el mercado mayorista de electricidad . . . . .	27
4.3. Concentración en el mercado de telefonía . . . . .	30
<b>5. Conclusiones</b>	<b>31</b>
<b>6. Referencias</b>	<b>32</b>
<b>A. Apéndice 1: Análisis estático</b>	<b>34</b>
<b>B. Apéndice 2: Análisis dinámico</b>	<b>36</b>
<b>C. Apéndice 3: Índice de Inestabilidad</b>	<b>38</b>

## Índice de figuras

1.	Ejemplo: curvas de concentración. . . . .	11
2.	Precio máximo, mínimo y medio del mercado diario 2015-2023. . . . .	22
3.	Desviación típica del precio del mercado diario, 2015-2023. . . . .	22
4.	Volumen de transacciones en el mercado diario, 2015-2023. . . . .	23
5.	Cuota de las Comercializadoras de Último Recurso, 2015-2023. . . . .	23
6.	Evolución del número de generadores oferentes, 2015-2023. . . . .	28
7.	Evolución del número de empresas demandantes, 2015-2023. . . . .	28
8.	Evolución de la concentración en el lado de la oferta, 2015-2022. . . . .	29
9.	Evolución de la concentración en el lado de la demanda, 2015-2022. . . . .	30
10.	Ck oferta . . . . .	36
11.	Ck demanda . . . . .	36
12.	Lk oferta . . . . .	36
13.	Lk demanda . . . . .	36
14.	HHI y HHIN oferta . . . . .	36
15.	HHI y HHIN demanda . . . . .	36
16.	EI oferta . . . . .	36
17.	EI demanda . . . . .	36
18.	HTI, CCI, HI, ID, IK y R oferta . . . . .	37
19.	HTI, CCI, HI, ID, IK y R demanda . . . . .	37
20.	Número y varianza cuotas, oferta . . . . .	37
21.	Número y varianza cuotas, demanda . . . . .	37
22.	Gini oferta . . . . .	37
23.	Gini demanda . . . . .	37
24.	Índice de inestabilidad oferta . . . . .	38
25.	Índice de inestabilidad demanda . . . . .	38

## Índice de cuadros

1.	Índice $C_k$ . . . . .	6
2.	Índice $R$ . . . . .	7
3.	Índice de Herfindahl . . . . .	8
4.	Índice de Dominancia . . . . .	9
5.	Índice de Dominancia de Kwoka . . . . .	9
6.	Índice de Entropía . . . . .	10
7.	Índice de Melnik, Shy y Stenbacka . . . . .	11
8.	Índice de Hall-Tideman . . . . .	12
9.	Índice de Hannah-Kay . . . . .	12
10.	Índice comprensivo . . . . .	13
11.	Índices de Hause . . . . .	14
12.	Índices de Gini . . . . .	14
13.	Varianza . . . . .	15
14.	Taxonomía de la concentración basada en IHH, DOJ . . . . .	16
15.	Taxonomía de la concentración basada en $C_4$ , Gwin (2001) . . . . .	16
16.	Taxonomía de la concentración basada en $L_k$ , UE . . . . .	16
17.	Capacidad instalada (MW): 2015, 2019 y 2022 . . . . .	20
18.	Generación (GWh): 2015, 2019 y 2022 . . . . .	20
19.	Índices de Concentración C, L e IHH . . . . .	24
20.	Coeficientes de correlación, oferta . . . . .	25
21.	Coeficientes de correlación, demanda . . . . .	26
22.	Índice de Oferta Residualm IOR . . . . .	26
23.	Margen de reserva neto . . . . .	27
24.	Evolución de IHH e IHHN en la oferta y la demanda . . . . .	30
25.	Índices de Concentración C e IHH . . . . .	31
26.	Cuadro A1.1.- Índices de Concentración . . . . .	34
27.	Cuadro A1.2.- Índices de Concentración . . . . .	34
28.	Cuadro A1.3.- Índices de Concentración . . . . .	35

# 1. Introducción

La competencia no es un objetivo en sí mismo, sino más bien un medio de organizar la actividad económica para alcanzar el objetivo de proveer bienes y servicios de la manera más eficiente posible. En este contexto, la competencia cumple la función de disciplinar a los distintos agentes para alcanzar ese objetivo. La competencia en sentido económico no se refiere a la existencia de una fuerte rivalidad entre empresas, sino más bien a la completa dispersión del poder de mercado entre numerosos agentes participantes, lo que impide a cualquiera de ellos influir sobre el comportamiento, y por ende sobre los resultados del mercado.<sup>1</sup>

El modelo de mercado competitivo descansa en tres supuestos centrales: (1) existe un gran número de productores y compradores de un bien homogéneo que (2) son precio aceptantes y actúan de manera independiente y (3) operan en condiciones de información completa.<sup>2</sup> Además, es relevante no solamente el número de competidores sino también la distribución del tamaño de dichos competidores. La combinación de ambos factores (número de competidores y distribución del tamaño) afecta a la competencia efectiva que opera en el mercado.

La evidencia empírica necesaria para determinar cuando un mercado se puede considerar competitivo no es ni mucho menos clara. La presencia de numerosas empresas, primer requisito de la competencia, que no sean dominantes en tamaño, también requerido en una situación de competencia, es directamente observable y se puede sintetizar en la cuota de mercado de cada una de ellas. Esta información a su vez se puede resumir en un índice de concentración del mercado.

La principal limitación de este análisis estructural simple reside en que no se puede determinar la máxima concentración compatible con un mercado competitivo. Existe la creencia de que si las economías de escala son grandes en relación a la demanda del mercado, entonces sólo una estructura de mercado con una única empresa es compatible con la eficiencia. Esto es lo que se denomina como monopolio natural. Pero esto no es necesariamente cierto tal y como ilustra Demsetz (1968), precisamente para el caso del suministro local de electricidad. Para garantizar la eficiencia es necesario que no existan barreras a la entrada de competidores potenciales y costes relativamente bajos de formalizar contratos entre compradores de electricidad y oferentes del servicio.

El objetivo de cualquier indicador de concentración es predecir en qué medida el precio se aleja del nivel competitivo en un momento determinado y para una distribución dada del tamaño de los vendedores y compradores que configuran la industria. La concentración del mercado se construye habitualmente a partir de las cuotas de mercado de las empresas participantes. Además, los cambios en la concentración se utilizan como señal de cambios en la intensidad de la competencia.

En este contexto, este trabajo se centra en el mercado mayorista de la electricidad en España. En primer lugar, en la Sección 2 se presentan las distintas medidas de concentración y estabilidad desarrolladas en la literatura económica de organización industrial. La Sección 3 explica las fuentes de datos utilizadas en nuestro trabajo empírico y describe de manera resumida las principales

---

<sup>1</sup>Usando términos de la teoría económica, hay competencia cuando la curva de demanda a la que se enfrentan los vendedores es perfectamente elástica y la curva de oferta a la que se enfrentan los compradores es infinitamente elástica.

<sup>2</sup>Hay supuestos adicionales como la perfecta divisibilidad del bien o servicio, y por el lado de los factores de producción su movilidad perfecta, con libertad de entrada y salida en el sector.

características del mercado eléctrico. La Sección 4 presenta el análisis estático y dinámico de los índices de concentración, además de un estudio de índices de concentración en otra industria de red como es la telefonía, a modo de comparación. Por último, las principales conclusiones del estudio quedan recogidas en la Sección 5.

## 2. Medidas de concentración y estabilidad

Las medidas de concentración deben cumplir varios criterios para su validez.<sup>3</sup> Partimos de una distribución por tamaño de las empresas en una industria determinada y en un periodo de tiempo concreto.<sup>4</sup> Denotamos por  $N$  el número total de empresas en el mercado.<sup>5</sup> El tamaño lo medimos mediante la cuota de mercado de la empresa,  $s_i$ , donde  $i = 1, 2, \dots, N$ , definida como la cuota de participación de la empresa en las ventas totales del mercado.<sup>6</sup> Por lo tanto la suma de las cuotas de mercado de todas las empresas es la unidad.<sup>7</sup> A continuación destacamos las condiciones que debe cumplir un índice para que pueda ser considerado una medida válida de concentración.

- (C1) El índice es una medida unidimensional, esto es se puede calcular a partir de una sola variable.<sup>8</sup>
- (C2) El índice está acotado entre un valor cercano a 0 y 1, donde valores cercanos a 0 indicarían concentración mínima y un valor de 1 indicaría monopolio.
- (C3) El índice es independiente del tamaño absoluto del mercado.
- (C4) El índice está afectado por escisiones o fusiones de las empresas que afectan a la variable de interés.
- (C5) El índice aumenta cuando la cuota de mercado de alguna empresa se incrementa a expensas de otra u otras más pequeñas.
- (C6) Si la variable empleada para la elaboración del índice es multiplicada por un escalar, el valor del índice también debe verse afectado en la misma proporción (multiplicado o dividido por el escalar).
- (C7) Si todas las empresas son de igual tamaño, el índice debe ser una función decreciente del número de empresas,  $N$ , y tender a  $1/N$ .

---

<sup>3</sup>Entre otros autores, Hannah y Kay (1977), Curry y George (1983) y Hall y Tideman (1967) han axiomatizado los criterios que debe cumplir cualquier índice de concentración.

<sup>4</sup>En este trabajo la unidad de tiempo que consideramos es la hora, dado que es la frecuencia con la que el mercado de electricidad se vacía mediante la determinación del precio marginal del sistema y la cantidad transaccionada de equilibrio.

<sup>5</sup>En nuestro estudio, se analiza la concentración y su evolución en ambos lados del mercado, por lo que  $N$  denotará el número total de empresas en el lado de la oferta o en el lado de la demanda, según el caso analizado. En la medida en que la entrada neta de empresas sea positiva (negativa),  $N$  aumentará (disminuirá).

<sup>6</sup>Hay medidas alternativas de la cuota de mercado basadas en variables como el número de empleados o el volumen de capital fijo. Sin embargo, las más habituales están relacionadas con la ventas.

<sup>7</sup>También puede expresarse en tanto por ciento. En este estudio se expresan los índices en tanto por uno.

<sup>8</sup>En nuestro caso es la cuota de mercado de cada empresa, pero también podrían utilizarse otras medidas del tamaño de las empresas como son el número de trabajadores o el capital fijo.

- (C8) Dado el número de empresas considerado, el incremento de la cuota de mercado de una de ellas debe conllevar un aumento del índice.
- (C9) La entrada de nuevas empresas con un tamaño inferior a la media debe reflejarse en la reducción del índice (condición de entrada). La salida de empresas con esa misma característica debe traducirse en un aumento del índice (condición de salida).
- (C10) La entrada de grandes empresas debería aumentar el índice y su salida reducirlo.
- (C11) Factores aleatorios que impacten en el crecimiento de las empresas deberían incrementar el índice (ley de Gibrat).<sup>9</sup>

En la literatura de organización industrial existen dos grandes grupos de medidas: (1) por una parte, están las medidas ordinales que se basan en un subconjunto de  $K$  empresas,  $K < N$ , de la industria y, (2) por otra parte, están las medidas cardinales que se basan en todas las empresas de la industria. A su vez, Latreille y Mackley (2010) clasifican las medidas de concentración en dos grandes categorías: (1) absolutas y (2) relativas. Las medidas absolutas utilizan información del número de empresas y de la varianza del tamaño de las empresas. Las medidas relativas se conocen como representaciones de desigualdad y sólo emplean la información de la varianza del tamaño de las empresas.

A continuación, definimos una batería de medidas de concentración e ilustramos su aplicación con un ejemplo numérico.<sup>10</sup> Supongamos dos mercados donde operan  $N = 8$  empresas en cada uno de ellos. Nótese que, a efectos del cómputo de índices, es indiferente si operan como demandantes u oferentes. Sea  $s_{i,j}$  la cuota de mercado de la empresa  $j$  en el mercado  $i$ , donde  $i = 1,2$  y  $j = 1,\dots,8$ . En el mercado 1 las cuotas son:  $s_{1,1} = s_{1,2} = s_{1,3} = s_{1,4} = 0,20$  y  $s_{1,5} = s_{1,6} = s_{1,7} = s_{1,8} = 0,05$ , mientras que el mercado 2 las cuotas son:  $s_{2,1} = 0,5$ ,  $s_{2,2} = 0,20$ ,  $s_{2,3} = s_{2,4} = s_{2,5} = s_{2,6} = s_{2,7} = s_{2,8} = 0,05$

## 2.1. Medidas ordinales de concentración

Las medidas ordinales de concentración no tienen en cuenta el número total de empresas que operan en la industria, sino tan solo el subconjunto más grande de ellas.

- (C<sub>K</sub>) **Índice de concentración de Miller (1967)**: Es una medida absoluta de concentración que considera el subconjunto de las  $K$  empresas de mayor tamaño,  $K < N$ . Esta familia de índices (uno para cada  $K$ ) se define como

$$C_K = \sum_{i=1}^K s_i.$$

<sup>9</sup>Como se recoge en Gabaix y Iannides (2004), “Gibrat’s law states that the growth rate of an economic entity (firm, mutual fund, city) of size  $S$  has a distribution function with mean and variance that are independent of  $S$ .” Esto es, la tasa de crecimiento de una entidad económica (empresa, fondo mutuo, ciudad) de tamaño  $S$  tiene una función de distribución con media y varianza que son independientes de  $S$ . Por lo tanto, existirá una tendencia al alza en la dispersión de los tamaños de las empresas y, por tanto, a un aumento de la concentración.

<sup>10</sup>El ejemplo proviene de *III La Ley, Guías Jurídicas*, donde se utiliza para calcular alguno de los índices considerados: <https://guiasjuridicas.laley.es>

El valor mínimo del indicador  $C_K$  es  $\frac{K}{N}$ , y ese valor corresponde a una situación en la que todas las empresas tienen la misma cuota de mercado. El valor máximo del indicador es 1, que se corresponde a la situación de monopolio.

$C_K$  se suele utilizar como indicador del poder de monopolio o, más generalmente, del poder de oligopolio de los operadores más grandes (por ejemplo, para  $K = 2$  es una medida del grado de duopolio). Cada una de estas medidas, considerada aisladamente, no es informativa sobre el grado de desigualdad de la distribución de cuotas de mercado entre las  $K$  empresas consideradas, aunque observando la familia de  $C_K$  para varios valores de  $K$  se puede obtener cierta información sobre la distribución.

Las principales ventajas de este indicador son, por un lado, la simplicidad de su cálculo, puesto que generalmente está disponible la cuota de mercado de las empresas más grandes del sector, mientras que la cuota de mercado de las empresas más pequeñas no es fácilmente accesible; por otro lado, la interpretación de los resultados obtenidos es relativamente sencilla. Como inconvenientes se pueden señalar, en primer lugar, el hecho de que la elección de  $K$  es arbitraria y, en segundo lugar, se ignora la información referente a las empresas más pequeñas del mercado.

A modo de ilustración, el Cuadro 1 presenta los índices  $C_1$  a  $C_5$  para el ejemplo propuesto:

	Mercado 1	Mercado 2
$C_1$	0,20	0,5
$C_2$	0,4	0,70
$C_3$	0,6	0,75
$C_4$	0,8	0,8
$C_5$	0,85	0,85

Cuadro 1: Índice  $C_k$

Comparando ambos mercados, los índices  $C_1$  a  $C_4$  nos indican que en este ejemplo en concreto, el Mercado 2 está más concentrado que el Mercado 1.

- **( $L_K$ ) Índice de concentración de Linda (1976):** Esta familia de indicadores debe su nombre a Remo Linda, Jefe de la División de Estructura de Mercado de la Comisión de las Comunidades Europeas. El índice de Linda se denota  $L_K$  y se calcula como

$$L_K = \frac{1}{K(K-1)} \sum_{i=1}^{K-1} \left( \frac{\frac{C_i}{i}}{\frac{C_K - C_i}{K-i}} \right),$$

donde  $K$  es el número de empresas consideradas y  $C_i$  es el índice de concentración de Miller (1967) de las  $i$  empresas tales que  $i = 1, \dots, K-1$ .  $L_K$  se calcula para  $K > 1$ . Está concebido para capturar las características e impacto de los oligopolios. Mide la desigualdad existente entre las cuotas de mercado de las empresas, pero tomando como referencia distintos grupos.

Al estar basado en el indicador  $C_K$  comparte con éste sus ventajas e inconvenientes. Es relativamente fácil de calcular con la información disponible sobre la mayoría de los mercados, que en general se refiere a las empresas grandes, pero ignora la información disponible

sobre las empresas más pequeñas del mercado, las cuales tienen pocas posibilidades de alterar el grado de competencia en un mercado.

## 2.2. Medidas cardinales de concentración

Las medidas cardinales de concentración tienen en cuenta el número total de empresas que operan en la industria,  $N$ . Por lo tanto, utilizan los datos de las cuotas de mercado de todas las empresas.

■ **(R) Recíproco del número de empresas:** Se define como

$$R = \frac{1}{N}$$

Es una medida absoluta de concentración que toma el valor de 1 en caso de monopolio ( $N = 1$ ) y tiende a 0 a medida que el número de empresas se incrementa ( $N \rightarrow \infty$ ). Este indicador permite identificar la entrada y salida neta de empresas en el mercado comparando  $R$  entre períodos consecutivos.

La principal ventaja de este indicador es su simplicidad de cálculo e interpretación. Está basado en la idea de que un mayor número de empresas está asociado a una mayor competencia. Así en el ejemplo propuesto, el índice  $R$  sería:

	Mercado 1	Mercado 2
R	0,125	0,125

Cuadro 2: Índice  $R$

En este caso, el índice  $R$  no captura diferencias en el grado de competencia entre los dos mercados ya que ambos tienen el mismo número de empresas.

■ **(IHH) Índice de Herfindahl-Hirschman (1950 y 1964):** Se define como la suma de los cuadrados de las cuotas de mercado de todas las empresas del mercado,

$$IHH = \sum_{i=1}^N s_i^2.$$

El índice toma valor 1 en caso de monopolio (10,000 si la cuota de mercado se expresa en términos porcentuales). Su popularidad deriva de dos hechos relevantes: (1) puede vincularse a la teoría distributiva, donde  $IHH$  se define en términos de los momentos de la distribución de tamaños en la industria subyacente, como veremos a continuación; y (2) se puede fundamentar su relación con el margen precio-coste con una teoría del comportamiento oligopolístico (Stigler, 1968). La principal dificultad es que requiere información sobre todas las empresas del mercado, aunque en ocasiones omitir los últimos sumandos (los correspondientes a las empresas muy pequeñas) no tiene prácticamente repercusión sobre el valor del indicador.

Este índice se puede expresar también como

$$IHH = \frac{CV^2 + 1}{N}$$

donde  $CV$  es el coeficiente de variación de las cuotas de mercado, esto es  $CV = \frac{\sigma_s}{\bar{s}}$  donde  $\sigma_s$  es la desviación típica de las cuotas de mercado y  $\bar{s}$  la media de las cuotas de mercado. Así expresado, se observa claramente que  $IHH$  aumenta con la asimetría, con la disparidad de las cuotas de mercado, así como con el número total de empresas en el mercado. El coeficiente de variación será cero o cercano a cero cuando todas las empresas son iguales, entonces el indicador alcanzará su valor mínimo  $IHH = \frac{1}{N}$  (esto es, converge al recíproco del número de empresas,  $R$ ).

En ocasiones se utiliza este indicador en forma normalizada por el número de empresas,  $IHHN$ , y se define como

$$IHHN = \frac{IHH - \frac{1}{N}}{1 - \frac{1}{N}}.$$

Teniendo en cuenta esta versión normalizada del  $IHH$ , es fácil ver que el indicador toma valores cercanos a 0 en mercados donde las empresas tienen el mismo tamaño (en ese caso,  $IHH = \frac{1}{N}$ ) y, dado el número de empresas, crece con el índice  $IHH$ .<sup>11</sup>

A modo de ilustración, presentamos los valores de los índices  $IHH$  e  $IHHN$  para el ejemplo propuesto:

	Mercado 1	Mercado 2
$IHH$	0,1700	0,3050
$IHHN$	0,0514	0,2057

Cuadro 3: Índice de Herfindahl

Tanto el  $IHH$  como el  $IHHN$  indican que el Mercado 2 está más concentrado que el mercado 1.

■ **(ID) Índice de dominancia:** Es una medida de concentración que se calcula como

$$ID = \sum_{i=1}^N \left( \frac{s_i^2}{IHH} \right)^2,$$

donde  $ID$  toma valores que tienden a 0 que correspondería a una situación de competencia perfecta en la que las cuotas de mercado de cada empresa son prácticamente cero, y a 1 que corresponde a la situación de monopolio.

En general, los indicadores que miden dominancia pretenden identificar este tipo de situaciones a partir de la asimetría presente en la distribución de tamaños. Una situación de

<sup>11</sup>El índice no está definido cuando  $N = 1$ . En este indicador las cuotas de mercado se expresan en tanto por uno.

dominancia permitiría en principio a la empresa que la ostenta imponer indebidas restricciones a la competencia, de ahí el interés de detectarla mediante un indicador.

Este indicador en particular tiene en cuenta la contribución de cada empresa al  $IHH$ , es decir, el efecto de la concentración se evalúa por la posición relativa de cada empresa en la concentración, capturada a través de las participaciones en el  $IHH$ .  $ID$  toma valores más altos cuando las empresas distintas a la dominantes son de tamaño pequeño, y con ello intenta capturar el hecho de que la capacidad de las empresas dominantes para influir sobre el resto sería más alta.

En nuestro ejemplo, los valores de  $ID$  en cada mercado son:

	Mercado 1	Mercado 2
ID	0,2223	0,6895

Cuadro 4: Índice de Dominancia

El  $ID$  es claramente mayor en el Mercado 2 dada la importancia que la empresa 1 tiene respecto al resto de las empresas de la industria, dominancia que no se produce en el Mercado 1.

- **(IK) Índice de dominancia de Kwoka (1977):** Es una medida absoluta de concentración, también basada en la idea de identificar dominancia mediante la presencia de asimetrías entre empresas consecutivas en el orden de tamaños. Se calcula como:

$$IK = \sum_{i=1}^{N-1} (s_i - s_{i+1})^2,$$

donde las cuotas de mercado están ordenadas de mayor a menor ( $s_i > s_{i+1}$ ), esto es  $s_1 > \dots > s_{N-1}$ .

Un valor alto del indicador estaría asociado a la presencia de dominancia por parte de una o más empresas. El valor máximo del indicador es 1, que corresponde a una situación de monopolio. En el otro extremo, un mercado donde todas las empresas sean iguales tendría un indicador cercano a cero, puesto que no existiría dominancia por parte de ninguna de ellas. Cuando aumenta la asimetría, también lo hace la desigualdad entre el tamaño de las empresas, y con ello se incrementa la posibilidad de ejercer dominancia, por lo que el índice se eleva.

En nuestro ejemplo de dos mercados, los valores de  $IK$  son:

	Mercado 1	Mercado 2
IK	0,0225	0,1125

Cuadro 5: Índice de Dominancia de Kwoka

Claramente el índice predice un grado mayor de dominancia en el Mercado 2 con respecto al Mercado 1. La predicción no discrepa con la obtenida para  $ID$ .

- **(IE) Índice de entropía de Theil (1967):** Es una medida inversa de concentración absoluta. El índice de entropía se obtiene sumando las cuotas de mercado multiplicadas por su correspondiente logaritmo:

$$IE = - \sum_{i=1}^N s_i \log s_i.$$

A diferencia del  $IHH$ , el  $IE$  no se puede relacionar con una teoría explícita de la relación entre comportamiento competitivo (oligopolístico) e indicador. Este índice es una medida inversa de la concentración y se puede interpretar como el grado de incertidumbre al que se enfrenta una empresa. La incertidumbre es mínima en el caso del monopolio, esto es una entropía de 0. Cuanto mayor es el nivel de entropía, mayor es la incertidumbre para una empresa. Si el  $IE$  se evalúa en la cuota de mercado media,  $\bar{s} = \frac{1}{n}$ , entonces el índice toma como valor el logaritmo del número de empresas;  $IE = \log N$ .

En ocasiones también se utiliza el indicador normalizado, que se obtiene simplemente dividiendo por el logaritmo del número total de empresas:

$$IEN = - \frac{\sum_{i=1}^N s_i \log s_i}{\ln N}.$$

En nuestro ejemplo:

	Mercado 1	Mercado 2
IE	1,8867	0,2439
IEN	0,9073	0,1173

Cuadro 6: Índice de Entropía

Ambas medidas de entropía son mayores en el mercado 1 que en el mercado 2, por lo tanto el grado de incertidumbre al que cualquier competidor se enfrenta para mantener su cuota de mercado es mayor en el mercado 1 que en el mercado 2.

- **(IS) Índice de dominancia de Melnik, Shy y Stenbacka (2008):** Es una medida absoluta de concentración que mide el grado de dominancia del mercado de la empresa más grande (empresa 1) en relación con la segunda más grande (empresa 2),

$$IS = \frac{1}{2} (1 - \gamma (s_1^2 - s_2^2)),$$

donde  $s_1$  y  $s_2$  son las cuotas de mercado de las dos empresas más grandes ( $s_1 > s_2$ ), y  $\gamma$  es un parámetro de competencia, donde  $\gamma \in \{\frac{1}{2}, 1, 2\}$ . Este parámetro busca sintetizar aspectos como la regulación económica, derechos de propiedad y barreras a la entrada. Este

indicador permite calcular un umbral de cuota de mercado, como función de  $\gamma$ , a partir del cual la empresa líder posiblemente ostentaría posición de dominio. La tolerancia por parte del regulador sobre la posición de dominio se relaja cuando existe una competencia potencial más fuerte, reflejada en un valor más bajo del parámetro  $\gamma$ . Calculamos **IS** en cada uno de los dos mercados para los valores de  $\gamma$ :

	Mercado 1	Mercado 2
$\gamma = 0,5$	0,5	0,4475
$\gamma = 1$	0,5	0,3950
$\gamma = 2$	0,5	0,2900

Cuadro 7: Índice de Melnik, Shy y Stenbacka

De acuerdo con este índice, para todos los valores de  $\gamma$  el Mercado 2 sería menos proclive al abuso de posición de dominio que el Mercado 1.

- **(IHT) Índice de Hall-Tideman (1967) o (IR) índice de concentración de Rosenbluth (1955)**: Este indicador está basado en la curva de concentración, que describe la relación entre el porcentaje acumulado de ventas y el número acumulado de empresas en el mercado a las que corresponden esas ventas, ordenadas las empresas de acuerdo a su cuota de mercado de más pequeña a más grande. A modo de ilustración en la Figura 1 representamos las curvas de concentración del ejemplo de dos mercados.

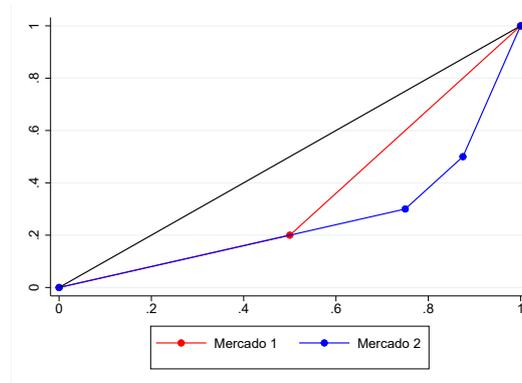


Figura 1: Ejemplo: curvas de concentración.

El gráfico revela que la curva de concentración del mercado 2 está más alejada de la igualdad (la diagonal) que la curva de concentración del mercado 1. Ambos índices se pueden interpretar geoméricamente en términos de la curva de concentración, El índice *IR* o el índice *IHT* asignan a la empresa  $i$ -ésima el peso  $w_i = i$ , esto es, se pondera cada cuota de mercado por su posición en la distribución de tamaños, en vez de por su cuota relativa:

$$IHT = \frac{1}{2 \left( \sum_{i=1}^N i s_i \right) - 1},$$

donde el denominador se corresponde con el doble del área situada entre la diagonal y la curva de concentración.

El indicador tiene las siguientes propiedades. En primer lugar, si las empresas son idénticas, entonces  $IHT = \frac{1}{N}$ . En segundo lugar, si solo hay una empresa que monopoliza el mercado,  $N = 1$ , entonces  $IHT = 1$ . Por lo tanto, el rango va desde  $\frac{1}{N}$  (máxima simetría) hasta 1 (máxima concentración).<sup>12</sup> Finalmente, el  $IHT$  asigna mayor importancia a las empresas pequeñas que a las grandes, a diferencia del  $IHH$ .

A modo de ilustración, los índices  $IHT$  calculados en los ejemplos propuestos son:

Mercado 1	Mercado 2
0,1786	0,2439

Cuadro 8: Índice de Hall-Tideman

El IHT es mayor en el Mercado 2 que en el Mercado 1, a consecuencia de su mayor asimetría en la distribución de tamaños de las cuotas de mercado.

- **(HKI) Índice de Hannah-Kay (1977):** El índice es similar al  $IHH$  pero permite dar diferentes pesos para elegir a qué parte de la curva de concentración darle mayor importancia. Esto se hace mediante un parámetro  $\alpha$ . Incrementando el parámetro  $\alpha$  se da más peso a las empresas más grandes en el cálculo del índice:

$$HKI = \left( \sum_{i=1}^N s_i^\alpha \right)^{\frac{1}{\alpha-1}},$$

donde  $\alpha > 0$  y  $\alpha \neq 1$ . El índice toma valores entre  $\frac{1}{N}$  y 1, para cualquier valor de  $\alpha$ . Si tomamos  $\alpha = 2$  entonces tenemos el  $IHH$ . No existen criterios específicos para definir el valor del parámetro  $\alpha$ . Calculamos el índice en el ejemplo propuesto para  $\alpha = \{0,5, 1,5, 2,5\}$ :

	Mercado 1	Mercado 2
$\alpha = 0,5$	0,1389	0,1605
$\alpha = 1,5$	0,1620	0,2602
$\alpha = 2,5$	0,1759	0,3397

Cuadro 9: Índice de Hannah-Kay

lo que resulta en mayores valores del indicador  $HKI$  para el Mercado 2.

- **(CCI) Índice de concentración industrial comprensivo de Horvath (1970):** El índice de concentración industrial integral es una medida absoluta de concentración que se define

<sup>12</sup>El indicador  $IR$  está relacionado con el coeficiente de Gini  $G$  según la expresión  $RI = \frac{1}{n(1-G)}$

como,

$$CCI = s_1 + \sum_{i=2}^N s_i^2 (1 + (1 - s_i)).$$

donde  $s_1$  es la participación de la empresa más grande del mercado y  $s_i$  es la participación de la  $i$ -ésima empresa tal que  $i \neq 1$ .

El índice captura la dispersión relativa de las cuotas de mercado de las empresas en torno a la empresa más grande. Calculamos el índice en el ejemplo propuesto,

Mercado 1	Mercado 2
0,4355	0,6013

Cuadro 10: Índice comprensivo

Podemos concluir que la dispersión es mayor en el Mercado 2 relativa al Mercado 1.

- **( $H_n(\alpha)$ ) y ( $H_n(\beta)$ ) Índices de Hause (1977):** Propone dos medidas de concentración que dependen cada una de ellas de un único parámetro para controlar los efectos de la colusión. La idea de Hause es partir de la relación no colusiva directa existente entre el índice de Lerner y el índice de Herfindahl (Stigler, 1968) donde se establece una cota inferior de la concentración en un mercado de competencia oligopolística. Por lo tanto, ambos índices predicen que a medida que aumenta el número de empresas, la competencia aumenta. Sin embargo, cuanto menor sea el valor del parámetro del que depende el índice, el mercado será más colusivo, dando mayor peso a las empresas más grandes. Estos índices se definen como,

- (1) Parámetro  $\alpha$  ( $\alpha \geq 0,15$  para asegurar que el índice sea decreciente) de efecto multiplicativo

$$H_N(\alpha) = \sum_{i=1}^N s_i^{2-(s_i(IHH-s_i^2))^\alpha} \text{ para } \alpha \geq 0,15.$$

En este caso, la tendencia hacia un mercado competitivo a medida que  $n$  aumenta es más lenta para valores menores de  $\alpha$  que lo que implicaría el  $IHH$ .

- (2) Parámetro  $\beta$  (donde  $\beta > 1$ ) de efecto aditivo

$$H_N(\beta) = \sum_{i=1}^N \left( s_i^2 + (s_i(IHH - s_i^2))^\beta \right).$$

En ambos casos  $IHH$  es el índice de Herfindahl. Calculando ambos índices para distintos valores de  $\alpha$  y  $\beta$  en el ejemplo propuesto:

Ambos índices predicen mayor grado de concentración en el Mercado 2 que en el Mercado 1. Además, para cada mercado, los dos índices son decrecientes con los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , respectivamente. Notar que para valores altos de  $\alpha$  y de  $\beta$  ambos índices convergen al  $IHH$ .

	Mercado 1	Mercado 2
$\alpha = 0,15$	0,4490	0,5614
$\alpha = 0,25$	0,3310	0,4610
$\alpha = 0,5$	0,2206	0,3601
$\alpha = 1$	0,1771	0,3141
$\alpha = 2$	0,1702	0,3053
$\alpha = 1000$	0,17	0,3050
$\beta = 1,01$	0,3022	0,4700
$\beta = 1,10$	0,2630	0,4234
$\beta = 1,25$	0,2219	0,3735
$\beta = 1,50$	0,1898	0,3329
$\beta = 2$	0,1730	0,3099
$\beta = 3$	0,1701	0,3052
$\beta = 100$	0,17	0,3050

Cuadro 11: Índices de Hause

- **(G) Coeficiente de Gini:** Es una medida de desigualdad relativa y se define como

$$G = \frac{N + 1 - 2 \left( \sum_{i=1}^N i s_i \right)}{N}$$

Esta medida varía entre 0 y 1, indicando un mayor grado de competencia cuanto más cercana a cero esté. Este índice guarda relación también con  $IHT$ , definido anteriormente,

$$G = 1 - \frac{1}{N \times IHT}$$

Por lo tanto, a medida que aumenta  $IHT$ , el índice tiende a 1 que es la medida de máxima desigualdad. Calculado en nuestro ejemplo,

Mercado 1	Mercado 2
0,3000	0,4875

Cuadro 12: Índices de Gini

el indicador le asigna mayor valor al Mercado 2 que al Mercado 1, por lo tanto es más concentrado. Gráficamente correspondería con una curva de concentración más alejada de la diagonal principal.

- **(V) Varianza del logaritmo:** Es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos con respecto a su media. Formalmente, se calcula como la suma de los cuadrados de las diferencias entre la cuota de mercado de cada empresa con respecto a la cuota media, dividida por las observaciones totales. Se expresa también en logaritmos.

$$V = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\ln s_i - \ln \bar{s})^2,$$

donde  $\ln \bar{s}$  es el logaritmo de la cuota media de mercado. De manera equivalente, la varianza del logaritmo se puede expresar como

$$V = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\ln s_i)^2 - \frac{1}{N^2} \left( \sum_{i=1}^N \ln s_i \right)^2.$$

La varianza del logaritmo es un indicador del grado de desigualdad, que resulta especialmente útil cuando existen mercados con pocas empresas grandes y muchas pequeñas.

En nuestro ejemplo:

Mercado 1	Mercado 2
0,5302	0,8975

Cuadro 13: Varianza

el indicador le otorga mayor valor al Mercado 2 que al Mercado 1, por lo tanto la dispersión es menor o, de forma equivalente, es más concentrado.

- **Rhoades (1995):** Este autor propone cuatro medidas de desigualdad ad hoc. Se ordenan las cuotas de mercado de mayor a menor, esto es  $s_1 > \dots > s_{N-1}$ . La medida  $I_1$  refleja simplemente las diferencias entre las cuotas de mercado de empresas contiguas en el orden de tamaños.

$$I_1 = \sum_{i=1}^{N-1} (s_i - s_{i+1})$$

Por su parte  $I_2$  eleva al cuadrado estas diferencia,

$$I_2 = \sum_{i=1}^{N-1} (s_i - s_{i+1})^2.$$

Nótese que  $I_2$  coincide con el índice de Kwoka ( $IK$ ) definido anteriormente. Además propone otras dos medidas,  $I_3$  e  $I_4$  que reflejan diferencias de participación entre todas las empresas en un mercado:

$$I_3 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^M (s_i - s_j)$$

$$I_4 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^M (s_i - s_j)^2.$$

Los índices más populares utilizados por los reguladores de los mercados para evaluar tanto fusiones como posibilidades de abuso de posición dominante, son el  $IHH$ ,  $C_k$  y  $L_k$ . El Departamento de Justicia de los Estados Unidos (Department of Justice, DOJ) y la *Federal Trade Commission* (FTC) han utilizado el  $IHH$  como valor orientativo sobre el grado potencial de competencia en los mercados, de acuerdo con la taxonomía que se detalla en el Cuadro 14.

$IHH < 0,01$	muy competitivo
$0,01 \leq IHH < 0,15$	desconcentrado
$0,15 \leq IHH < 0,25$	moderadamente concentrado
$0,25 \leq IHH$	altamente concentrado

Cuadro 14: Taxonomía de la concentración basada en  $IHH$ , DOJ

En cuanto al índice de concentración  $C_K$ , Gwin (2001) propone una taxonomía en relación al índice  $C_4$  que se resume en el Cuadro 15. Típicamente se considera que un valor de  $C_4 < 0,40$  en la industria es propia de un mercado donde se produce competencia efectiva.

$C_4 < 0,01$	competencia perfecta
$0,01 \leq C_4 < 0,40$	competencia efectiva
$0,40 \leq C_4 < 0,60$	competencia oligopolística
$0,60 \leq C_4$	altamente concentrado con empresa dominante

Cuadro 15: Taxonomía de la concentración basada en  $C_4$ , Gwin (2001)

Por su parte, la Unión Europea utiliza además el índice de Linda y la taxonomía de los mercados que se indica en el Cuadro 16.

$L_K \leq 0,20$	desconcentrado
$0,20 < L_K \leq 0,50$	moderadamente concentrado
$0,50 < L_K \leq 1$	bastante concentrado
$1 < L_K$	altamente concentrado

Cuadro 16: Taxonomía de la concentración basada en  $L_k$ , UE

En Linda (1976) se indica que, de acuerdo con numerosos análisis empíricos llevados a cabo, si se calcula el índice separando las dos, tres, cuatro y cinco empresas mayores,  $K \in \{2,3,4,5\}$ , un valor de  $L_K = 0,2$  está asociado a un escenario oligopolístico amplio y balanceado en el que la competencia funciona satisfactoriamente, mientras que un índice por encima de 0,5 muestra un exceso de "densidad oligopolística" que puede actuar como un obstáculo a la competencia. Un valor de  $L_K$  por encima de 1 apunta a la existencia de un alto grado de dominancia.<sup>13</sup>

<sup>13</sup>"In practice, however, the numerous empirical analyses already carried out have shown that the index  $L =$

### 2.3. Índices de pivotalidad

Estos índices están especialmente diseñados para el análisis de la competencia en mercados eléctricos. Las distintas medidas de pivotalidad determinan si existe riesgo de abuso en los mercados de generación.

- (IP) **Índice de Pivotalidad:** Se considera que un generador es esencial (pivotal) si su producción es necesaria para equilibrar la oferta y la demanda en el mercado geográfico relevante. El índice de pivotalidad de la empresa  $i$  toma el valor 1 si la empresa es esencial para cubrir la demanda y 0 en caso contrario. Supongamos que en el momento  $t$  la demanda en una región geográfica relevante es  $D_t$ , la capacidad total disponible para satisfacer esa demanda en esa región (más cualquier capacidad de importación en cualquier interconector) es  $CAP_t$ , y la capacidad del generador en cuestión es  $CAP_{it}$ . Definamos  $I(.)$  como la función indicadora ( $I(x) = 1$  si  $x$  es positivo y 0 en caso contrario).

$$IP_{it} = I(D_t - CAP_t + CAP_{it})$$

Por lo tanto, el generador  $i$  es esencial para satisfacer la demanda en el momento  $t$  si el índice de pivotalidad  $IP_{it} = 1$ , o de forma equivalente, enfrenta a una "demanda residual" positiva.

- (IOR) **Índice de oferta residual (Sheffrin, 2002):** El  $IOR$  es la relación entre la capacidad total disponible de generación en el momento  $t$ ,  $CAP_t$ , menos la capacidad de la empresa más grande (denotada como empresa 1),  $CAP_{1t}$ , dividido entre la demanda total del mercado.

$$IOR_{1t} = \left( \frac{CAP_t - CAP_{1t}}{D_t} \right) 100$$

Este indicador mide qué fracción de la demanda pueden cubrir los generadores si se excluye el más grande. Según el Operador Independiente del Sistema de California (CAISO), cuando el  $IOR_1$  está entre 120% y 150%, el mercado se puede considerar competitivo. Cuando el  $IOR_1$  es inferior al 100%, se puede concluir que el generador puede controlar el precio.

### 2.4. Índices de inestabilidad

- (II) **Índice de inestabilidad o volatilidad:** Se define como la suma de las diferencias entre las cuotas de mercado de cada empresa entre dos períodos,

$$\mathbf{I}_t = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N |s_{i,t} - s_{i,t-1}|$$

donde  $s_{i,t}$  es la cuota de mercado de la empresa  $i$  en el período  $t$ . Este indicador de inestabilidad toma valores entre 0 y 1,  $0 < \mathbf{I}_t < 1$ , para todo  $t$ . El valor 0 corresponde a

---

0,200 shows the existence of a relatively large and balanced oligopolistic arena in which competition is working satisfactorily, while an index greater than the value of 0,500 shows that there is excessive "oligopolistic density" which could act as an obstacle to competition. An  $L$  value of more than 1,000 would point to the existence of a high degree of dominance."

una situación de estabilidad del mercado máxima y el valor 1 a una estabilidad mínima. Cuando  $I_t = 1$ , todas las empresas que operan en  $t - 1$  salen del mercado en  $t$  (gran inestabilidad). El índice también se relaciona con los niveles de competencia dado que un valor cercano a 0 quiere decir que las empresas mantienen una posición constante en el mercado, lo cual suele ser indicativo de baja competencia.

- (TBE) **Tasa bruta de entrada:** Se define como el ratio entre el número de empresas que entran en el mercado en el período  $t$  sobre el número de empresas que estaban en el mercado en el período  $t - 1$ .

$$TBE_t = \left( \frac{NE_t}{N_{t-1}} \right)$$

Si toma valores cercanos a 0 indica baja entrada de empresas en el mercado. Un valor superior a 1 indicaría que la entrada es superior al número de empresas establecidas, por lo tanto es un sector muy dinámico.

- (TBS) **Tasa bruta de salida:** Se define como el ratio entre el número de empresas que salen del mercado en el período  $t$  sobre el número de empresas que estaban en el mercado en el período  $t - 1$ .

$$TBS_t = \left( \frac{NS_t}{N_{t-1}} \right)$$

Si toma valores cercanos a 0 indica baja salida de empresas en el mercado. Un valor superior a 1 indicaría que la salida es superior al número de empresas establecidas.

### 3. Datos y descripción del mercado

En la sección anterior se ha descrito un abanico de indicadores que proporcionan información sobre el grado de competencia en los mercados. En esta sección presentamos los datos empleados en el cálculo de los índices de concentración, así como una caracterización del sistema eléctrico español.

#### 3.1. Datos

Nuestro análisis se centra en el mercado mayorista diario de electricidad y la evolución del grado de competencia utilizando la batería de índices de concentración y desigualdad propuestos en la Sección 2. Para ello, utilizamos datos desde el 1 de enero de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2023, ambos incluidos. Estos datos son públicamente accesibles a través del Operador del Mercado Ibérico de Electricidad (OMIE) en su página web: <https://www.omie.es/>.<sup>14</sup> Por lo tanto, disponemos de un total de 78,888 observaciones horarias que corresponden a ocho años. En particular, utilizamos los datos procedentes de los siguientes ficheros:

---

<sup>14</sup>De hecho, los datos a los que se puede acceder a través de la página web del operador del mercado son a partir de enero de 2018; para acceder a los datos anteriores a dicha fecha se puede enviar una solicitud al gestor del mercado. Hay datos disponibles desde la apertura oficial del mercado en junio de 2001.

- ◀ **curva\_pbc\_uof**: ficheros (zip) mensuales con las ofertas de venta y de compra, tanto casadas como ofertadas, del mercado diario, incluyendo el nombre de las unidades que han realizado las ofertas. Este fichero está disponible una vez transcurrido el período de confidencialidad de 3 meses. La información de los precios es en EUR/MWh y la de las cantidades en MWh. Los registros de los ficheros están agrupados por el tipo de oferta (Compra/Venta) y ordenados por precio, de mayor a menor en compras y de menor a mayor en ventas, y según el orden de precedencia establecido en las Reglas de Funcionamiento del Mercado en caso de igualdad de precio. Cuando no hay separación de mercados (ausencia de congestión) el registro de país será "MI" (MIBEL), mientras que en caso en que haya separación de mercados aparecerán: "ES" (España); "PO" (Portugal). Finalmente, se indica si la oferta, tanto de compra como de venta, han sido casadas o simplemente ofertadas.
  
- ◀ **Listado de unidades y listado de agentes**: el listado de agentes incluye los códigos asignados a los agentes que han participado y participan en el mercado mayorista de electricidad, la descripción y el tipo de agente. El listado de unidades incluye además información sobre el agente propietario, el porcentaje de propiedad, el tipo de unidad, la zona en la que opera y la tecnología.
  
- ◀ **marginalpdbc**: ficheros diarios con los precios horarios en EUR/MWh de los polos español y portugués, respectivamente. El precio coincide cuando el mercado esté acoplado.
  
- ◀ **pdbc\_stota**: ficheros de sub-totales con información diaria de los siguientes totales: demanda España, comercialización nacional, distribución/ comercializador de último recurso, consumidor directo, consumo de bombeo, exportación contrato a largo plazo, exportación a Francia, exportación a Portugal, exportación a Marruecos, exportación a Andorra, unidades genéricas y unidades genéricas subastas distribución a partir del 1 de diciembre de 2004.

Los datos nos permiten obtener las cuotas de mercado de las empresas, a partir de las cuales se calculan los distintos índices. Por su parte, Red Eléctrica Española (REE), operador del sistema eléctrico, publica datos descriptivos del mercado en su página web: <https://www.ree.es/es>.

Los índices de concentración por el lado de la demanda se calculan excluyendo las cuotas de mercado de las Comercializadoras de Último Recurso, CUR, bajo la propiedad de los operadores principales del sector eléctrico.<sup>15</sup> El motivo de esta exclusión es que la parte de la demanda que está a tarifa no es objeto de potencial comportamiento estratégico por parte de las empresas, ya que deben vender a este segmento de mercado a precios regulados.

### 3.2. Descripción del mercado

Partimos de un breve análisis de la evolución de la capacidad instalada por tecnología de generación en la zona española del mercado ibérico. En particular, el Cuadro 17 presenta la potencia total instalada por tecnología, medida en MW, en los años 2015, 2019 y 2022<sup>16</sup>.

<sup>15</sup>La CNMC publica anualmente los operadores principales y dominantes en el sector energético tal y como se contempla en el Real Decreto-Ley 6/2000.

<sup>16</sup>Fuente utilizada informes anuales de Red Eléctrica Española.

Tecnología	2015	2019	2022
Hidráulica	20.777	20.412	20.424
Nuclear	7.866	7.117	7.117
Carbón	10.972	9.215	3.223
Ciclo combinado	25.348	24.562	24.562
Eólica	22.845	25.365	29.417
Solar fotovoltaica	4.423	8.665	19.348
Solar térmica	2.300	2.304	2.304
Térmica renovable	984	1.193	1.219
Cogeneración y resto	7.098	6.117	5.980
<b>Total</b>	<b>102.613</b>	<b>104.950</b>	<b>113.594</b>

Cuadro 17: Capacidad instalada (MW): 2015, 2019 y 2022

El crecimiento de la potencia instalada total entre 2015 y 2022 ha sido de un 10,7%, lo que supone un incremento promedio anual acumulado del 1,46%. No todas las tecnologías de generación han experimentado la misma evolución. Destaca el cierre progresivo de plantas de carbón, el cierre de capacidad instalada en cogeneración y el fuerte aumento de la capacidad instalada en plantas renovables, en particular en primer lugar de plantas fotovoltaicas, y en segundo lugar de plantas eólicas.

La capacidad instalada determina en buena medida la estructura de generación por tecnologías. El Cuadro 18 presenta la generación por tecnología, medida en GWh, en los mismos años, 2015, 2019 y 2022.

Tecnología	2015	2019	2022
Hidráulica	30.815	34.103	17.860
Nuclear	54.755	53.198	55.984
Carbón	50.924	34.882	7.687
Ciclo combinado	25.334	26.403	60.562
Eólica	47.707	48.946	59.805
Solar fotovoltaica	7.839	7.374	27.283
Solar térmica	5.085	4.424	4.123
Otras renovables	4.615	3.547	4.646
Cogeneración y resto	26.962	32.008	20.232
<b>Total</b>	<b>254.036</b>	<b>246.894</b>	<b>261.955</b>

Cuadro 18: Generación (GWh): 2015, 2019 y 2022

La generación renovable ha experimentado un fuerte crecimiento que compensa la fuerte caída en la producción de centrales de carbón y también la disminución en la generación hidráulica. Los ciclos combinados, a pesar de contar con cerca de 800MW menos de potencia instalada, han experimentado un fuerte aumento cubriendo en buena medida el hueco térmico disponible.

### 3.3. Formación de precios y evolución

La interacción entre oferta y demanda horarias determina los precios marginales horarios.<sup>17</sup> La Figura 2 presenta la evolución del precio del mercado ibérico (España y Portugal peninsulares), el precio medio diario, el precio máximo y el precio mínimo durante el período muestral. Hay que resaltar que este es un mercado muy integrado ya que durante 78,888 horas, esto es el 95,27 % del total de las horas consideradas, el precio fue el mismo en España y Portugal, e incluso en aquellas horas en las que el mercado no ha estado acoplado, en media la diferencia en precios fue de 0,23€/MWh.

La Figura 2 permite destacar tres períodos clave relativamente recientes: (1) el primero está marcado por la fecha 17 de julio de 2020, final oficial de las restricciones a la movilidad debidas a la pandemia; (2) el segundo viene delimitado por la fecha 24 de febrero de 2022, comienzo de la guerra en Ucrania; (3) y el tercero por la fecha 15 de junio de 2022 con la entrada en vigor de la excepción ibérica, medida temporal establecida por el gobierno que establece un límite al precio del gas utilizado para producir electricidad. De hecho, se puede observar que en el primer periodo los precios de mercado permanecen relativamente estables en el entorno de los 47€/MWh, para comenzar una fuerte escalada en el segundo periodo con un precio medio de 119,05€/MWh, pero sobre todo marcada por una fuerte volatilidad que no existía en el periodo 1.

En la Figura 3 representamos la volatilidad diaria medida por la desviación típica diaria de los precios. Se aprecia que el crecimiento de los precios medios en el mercado diario ha ido acompañado de un fuerte aumento de la volatilidad. Ambos fenómenos, incremento de precios e incremento de la volatilidad, provocan distorsiones en el funcionamiento de los mercados en términos de gestión del riesgo.

Finalmente, la Figura 4 representa la evolución de las cantidades totales transaccionadas durante el período muestral. Se observa una tendencia ligeramente decreciente alrededor de un fuerte comportamiento estacional de la demanda. El consumo diario promedio en otoño es de 463,154MWh, el consumo medio diario es de 27,450MWh superior en invierno y 22,815MWh superior en verano, mientras que en primavera es de 17,777MWh inferior.

### 3.4. Comercializadoras de Último Recurso

El estudio sobre la evolución de la concentración se ha realizado excluyendo del cálculo de los indicadores a las Comercializadoras de Último Recurso (CUR). El motivo es que la concentración en este segmento de mercado viene en buena medida condicionado por el regulador, que asigna la demanda a tarifa a las comercializadoras más grandes (véase CNMC). Esta concentración no afecta al grado de competencia del mercado puesto que el precio a los consumidores finales está regulado. En promedio, la cuota de mercado de las CUR ha representado el 13,58 % de la demanda total.

En la Figura 5 se representa su evolución durante el periodo de análisis. Se observa una ligera tendencia decreciente (en promedio una pérdida de cuota mensual de 0.05 %) lo que indicaría una transferencia de consumidores hacia las comercializadoras libres.

---

<sup>17</sup>Para una descripción resumida del funcionamiento del mercado mayorista de electricidad se puede consultar el manual de la energía publicado por Energía y Sociedad, <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/>

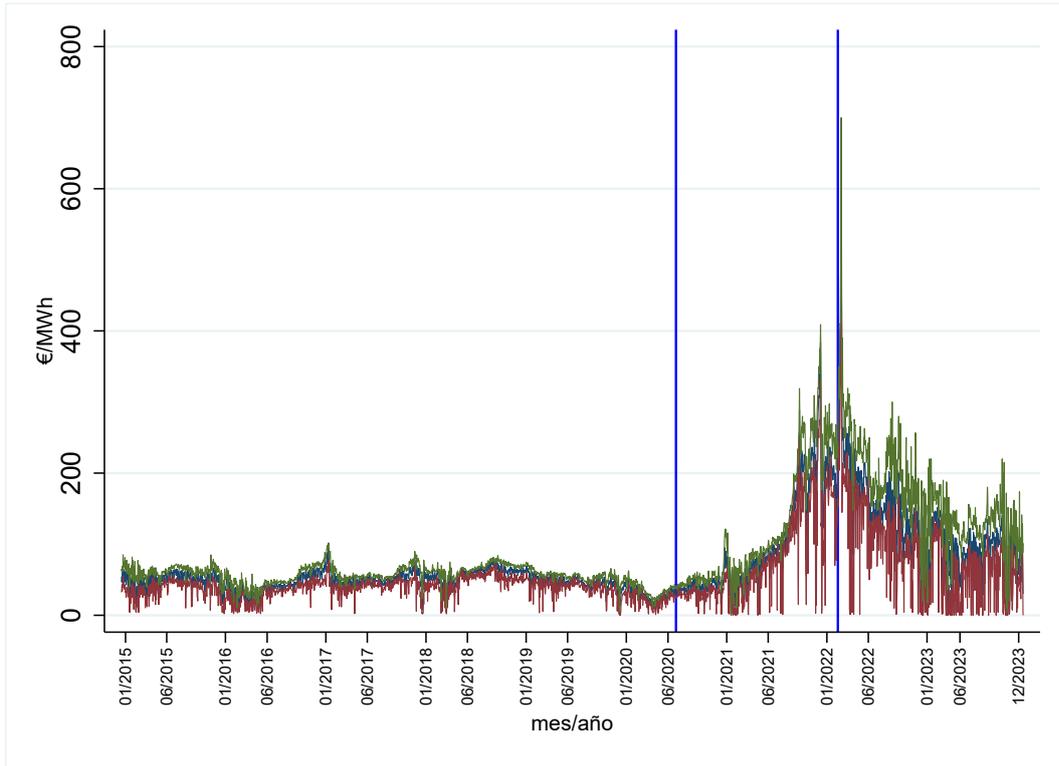


Figura 2: Precio máximo, mínimo y medio del mercado diario 2015-2023.

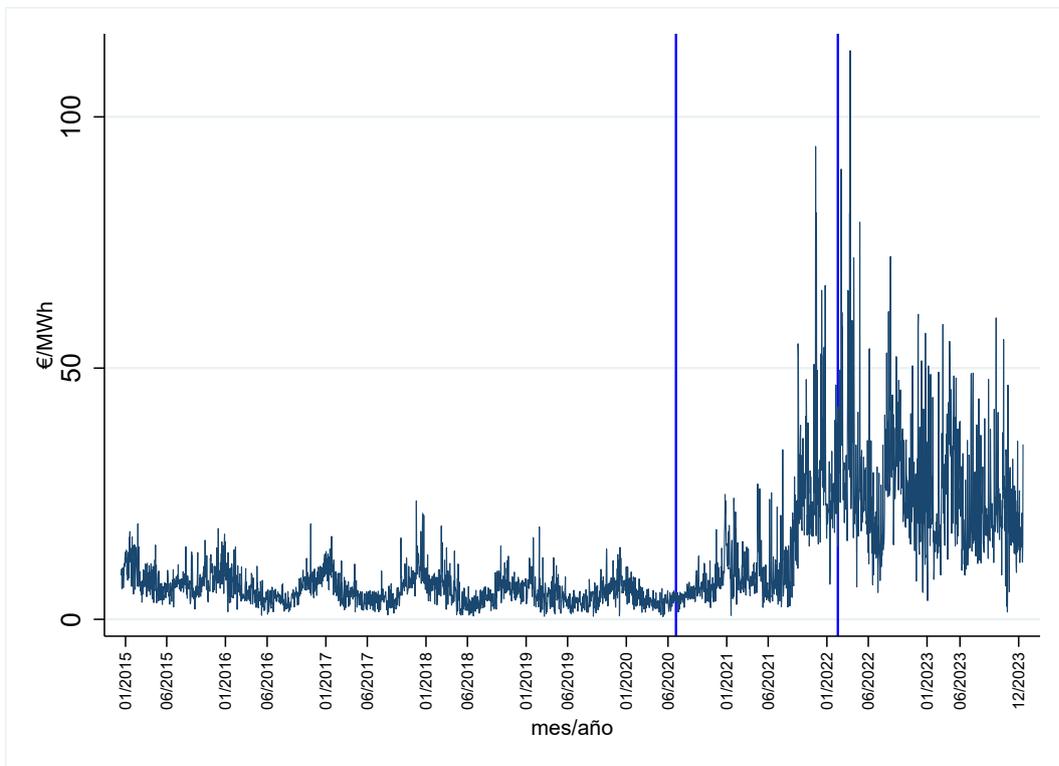


Figura 3: Desviación típica del precio del mercado diario, 2015-2023.

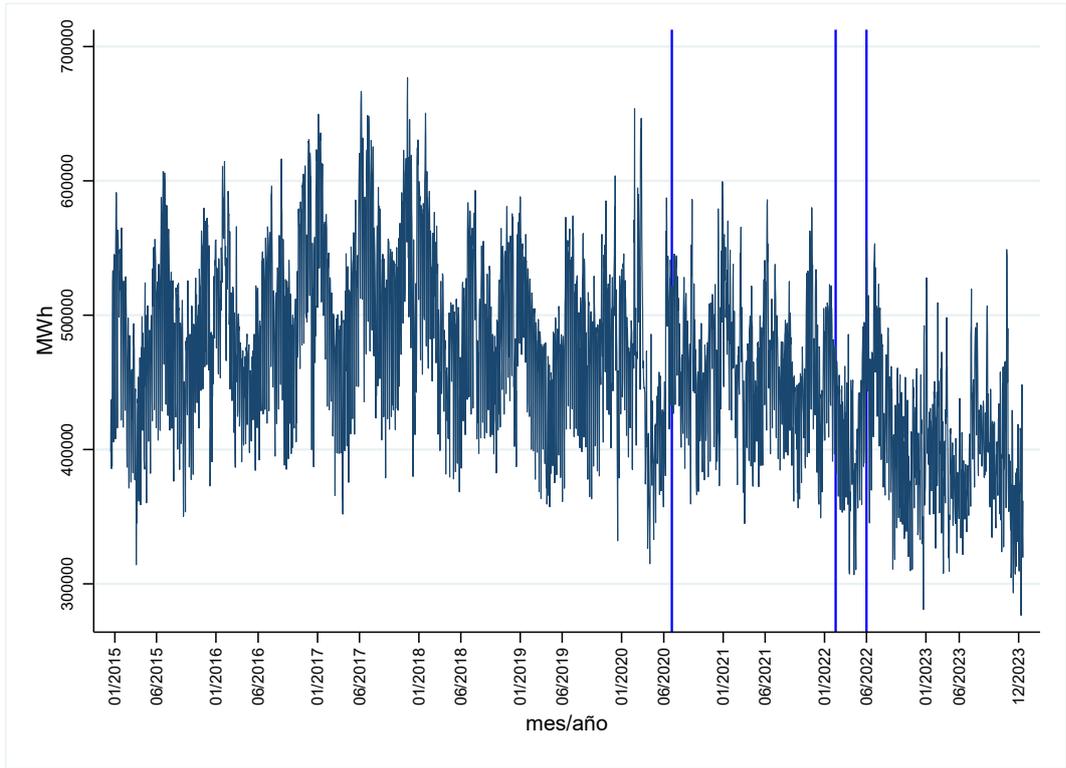


Figura 4: Volumen de transacciones en el mercado diario, 2015-2023.

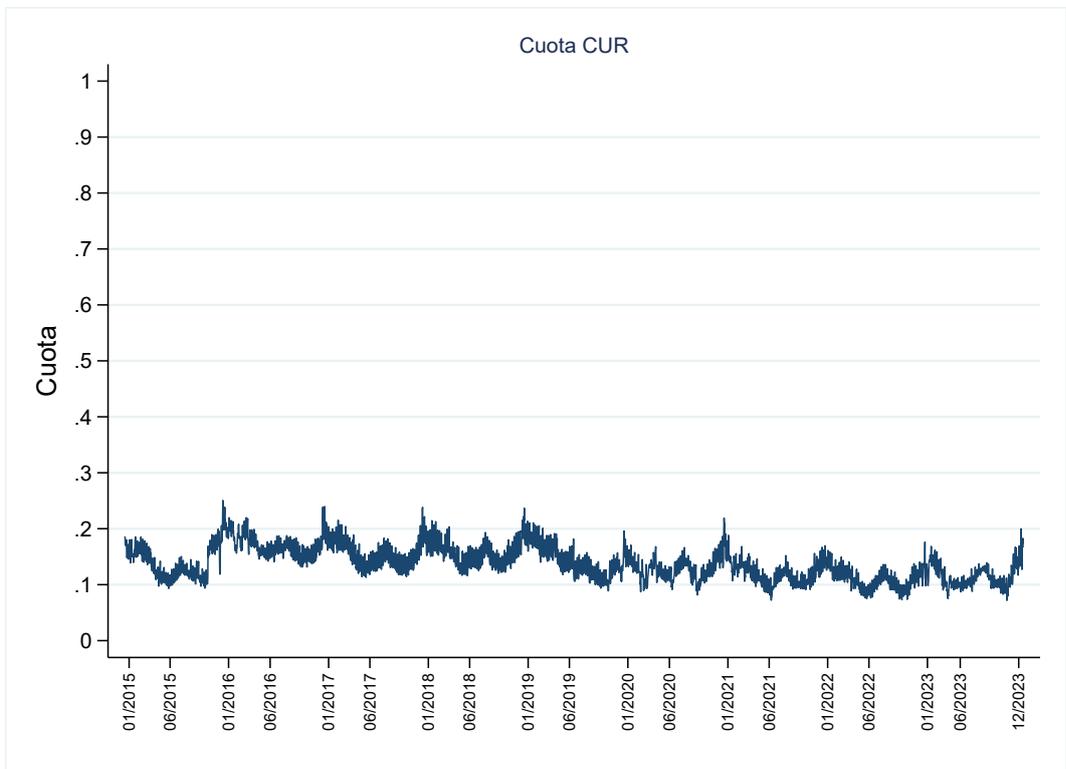


Figura 5: Cuota de las Comercializadoras de Último Recurso, 2015-2023.

## 4. Resultados

En primer lugar, realizamos un análisis estático de los resultados de concentración en el mercado mayorista de electricidad. Esto es, calculamos los valores promedio durante todo el período muestral de los distintos indicadores. En segundo lugar, analizamos su evolución temporal, lo que nos permitirá concluir si se ha reforzado o debilitado la competencia en el mercado en base a la interpretación de los índices de concentración propuestos. Por último, de cara a contextualizar los resultados, presentamos una comparativa con el sector de telecomunicaciones.

### 4.1. Análisis estático para el mercado mayorista de electricidad

Una medida básica de concentración, que solo tiene en cuenta el número de competidores en el mercado, es el índice  $R$  (recíproco del número de empresas). En media este indicador toma el valor 0,0181 en la oferta y 0,0045 en la demanda durante el periodo muestral; estos valores son relativamente pequeños, lo que indica la presencia de un elevado número de competidores, tanto por el lado de la oferta como por el de la demanda.

Además del número de competidores, es importante también considerar su tamaño para evaluar el grado de competencia en el mercado, por lo que se hace necesario complementar la información que proporciona el índice  $R$  considerando otros índices. En el Cuadro 19 presentamos los estadísticos descriptivos de los índices de concentración más utilizados por los reguladores:  $C_k$  y  $L_k$  para  $k = \{1,2,3,4,5\}$  e  $IHH$ . Estos índices los calculamos tanto para la demanda como para la oferta.<sup>18</sup>

	Oferta				Demanda			
	Media	Des.Std.	Min.	Max.	Media	Des.Std.	Min.	Max.
$C_1$	0,1691	0,0345	0,0857	0,4205	0,2151	0,0268	0,1458	0,3717
$C_2$	0,3003	0,0500	0,1633	0,5848	0,3930	0,0355	0,2877	0,5645
$C_3$	0,4064	0,0599	0,2389	0,6909	0,5346	0,0458	0,3942	0,7094
$C_4$	0,4931	0,0664	0,3114	0,7370	0,6370	0,0584	0,4512	0,7848
$C_5$	0,5640	0,0695	0,3656	0,7891	0,6822	0,0559	0,5048	0,8209
$L_2$	0,6554	0,1447	0,0000	2,2354	0,6099	0,0930	0,0000	1,4253
$L_3$	0,7203	0,1469	0,2476	2,4629	0,7077	0,1585	0,1904	2,1921
$L_4$	0,7903	0,1548	0,2637	2,5438	0,8945	0,2610	0,3090	2,2805
$L_5$	0,8679	0,1644	0,3276	2,5790	1,4462	0,3091	0,6679	3,0963
$IHH$	0,0865	0,0168	0,0466	0,2148	0,1182	0,0174	0,0736	0,1904

Cuadro 19: Índices de Concentración C, L e IHH

En el caso de la oferta, el índice de concentración  $C_2$  que puede servir de medida del grado de poder de mercado de duopolio, alcanza el valor 0,3003 y 0,3930 para la oferta y la demanda, respectivamente. Tomando como referencia los valores de la Tabla 15 de Gwin (2001) relativos al  $C_4$  podemos concluir que en promedio estaríamos ante un mercado oligopolístico en la oferta

<sup>18</sup>De manera complementaria, en el Apéndice 2 se presentan los valores obtenidos para otros índices de concentración, definidos en la sección anterior.

y altamente concentrado en la demanda.

Tal y como indicamos en la Tabla 14, las autoridades de competencia generalmente consideran que los mercados en los que el  $IHH$  está entre 0,15 y 0,25 están moderadamente concentrados y por debajo de 0,15 desconcentrados o poco concentrados (véase la Tabla 2). Por el lado de la oferta, el promedio del índice  $IHH$  en el periodo muestral fue de 0,0865, por debajo del nivel crítico de 0,1182, por lo que se corresponde con un mercado desconcentrado. Lo mismo ocurre en el lado de la demanda, con un  $IHH$  promedio de 0,0162. Por lo tanto, en este caso podemos concluir que el mercado está poco concentrado.

El índice de Linda  $L_k$ , que mide el grado de desigualdad entre las principales empresas del mercado, en el caso de la oferta es creciente con el número de empresas consideradas  $k$ . Dado que este valor está en la mayoría de los casos entre 0,50 y 1,0, podemos concluir, en base a la taxonomía de la Tabla 3, que el mercado está bastante concentrado. El índice de Linda, al dar más peso a las asimetrías de tamaño que el índice  $IHH$ , valora el mercado como de bastante concentrado.

Como vemos, en el análisis estático los distintos indicadores no siempre proporcionan un diagnóstico coincidente. No obstante, es de esperar que los índices de concentración estén correlacionados entre sí. El Cuadro 20 y el Cuadro 21 presentan los coeficientes de correlación entre estos índices, oferta y demanda, respectivamente.

	C1	C2	C3	C4	C5	L2	L3	L4	L5	IHH
C1	1									
C2	0,9054*	1								
C3	0,8107*	0,9524*	1							
C4	0,7362*	0,8904*	0,9725*	1						
C5	0,6839*	0,8400*	0,9347*	0,9838*	1					
L2	0,6050*	0,2215*	0,0914*	0,0335*	0,0056	1				
L3	0,6770*	0,4934*	0,2220*	0,1027*	0,0466*	0,6427*	1			
L4	0,6978*	0,6258*	0,4397*	0,2383*	0,1445*	0,4453*	0,7828*	1		
L5	0,7192*	0,7176*	0,6118*	0,4596*	0,3133*	0,3230*	0,5874*	0,8361*	1	
IHH	0,8355*	0,9361*	0,9674*	0,9657*	0,9520*	0,1173*	0,2791*	0,3874*	0,5186*	1

Cuadro 20: Coeficientes de correlación, oferta

La mayor parte de los índices de correlación son significativos. Es de destacar la fuerte correlación que existe entre los índices  $C_K$  y el indicador  $IHH$ , ambos basados en la concentración de cuotas de mercado. La correlación es algo menor entre estos y los índices de Linda  $L_k$ , que capturan y dan más peso a las asimetrías de tamaño.

En el Cuadro 22 se recoge el índice de oferta residual, IOR, para los 5 generadores más grandes del mercado. Este indicador señala en qué medida un determinado generador es crucial para cubrir la demanda. Cuando el  $IOR_i$  está entre 120 % y 150 %, el mercado se puede considerar competitivo, mientras que cuando el  $IOR_i$  es inferior al 100 %, se puede concluir que el generador

	C1	C2	C3	C4	C5	L2	L3	L4	L5	IHH
C1	1									
C2	0,8620*	1								
C3	0,6599*	0,8419*	1							
C4	0,4474*	0,5834*	0,8452*	1						
C5	0,4241*	0,5611*	0,8204*	0,9762*	1					
L2	0,7151*	0,2720*	0,0999*	0,0458*	0,0334*	1				
L3	0,4729*	0,3528*	-0,1802*	-0,3657*	-0,3598*	0,4185*	1			
L4	0,4027*	0,4166*	0,1091*	-0,4024*	-0,4100*	0,1998*	0,5648*	1		
L5	0,5359*	0,5955*	0,5767*	0,3954*	0,2214*	0,1970*	0,0898*	0,3086*	1	
IHH	0,7096*	0,8293*	0,9431*	0,9167*	0,9061*	0,2120*	-0,0719*	-0,0412*	0,4963*	1

Cuadro 21: Coeficientes de correlación, demanda

puede controlar el precio. De acuerdo con el Cuadro 23, no hay empresas generadoras pivotales, por lo que las empresas no tendrían capacidad para fijar el precio y el mercado se podría considerar competitivo. Es más, la taxonomía ni siquiera considera la posibilidad de estar por encima de 150, lo cual estaría indicando un exceso de capacidad.

	1	2	3	4	5
$IOR \leq 120$	0,33	0,05	0,02	0	0
$120 \leq IOR \leq 150$	12,89	9,06	7,60	6,03	5,10
$IOR \geq 150$	86,78	90,89	92,38	93,97	94,90

Cuadro 22: Índice de Oferta Residualm IOR

Que un operador sea pivotal o no depende del margen de reserva del sistema, que representa la diferencia entre la capacidad disponible y la demanda pico del sistema durante un periodo determinado, por ejemplo, un año. Si el margen de reserva es reducido, todos y cada uno de los generadores pueden ser pivotales con independencia de su cuota de mercado. Según la Agencia de Cooperación de los Reguladores de la Energía (ACER, 2023), el margen de reserva mínimo para que el sistema eléctrico peninsular en España pueda ser confiable en términos de garantía de suministro es del 10 %. Cuando este indicador es suficientemente elevado, ningún operador es pivotal y el mercado tiende a comportarse de manera competitiva. Este sería el caso para España cuando consideramos toda la capacidad disponible firme del sistema con el criterio de un mínimo del 10 %. Sin embargo, este cálculo parte de un supuesto de total disponibilidad de capacidad de generación, especialmente renovable, lo cual es incorrecto. El Cuadro 23 reporta el margen de reserva neto considerando tanto todas las tecnología como las tecnologías convencionales<sup>19</sup>

<sup>19</sup>Se considera solamente el sistema peninsular. Las tecnologías convencionales incluyen: hidráulica, bombeo, nuclear, carbón fuel/gas y ciclo combinado. Todas las tecnologías incluye las tecnologías convencionales y las tecnologías del régimen RECORE (eólica, solar fotovoltaica, solar térmica, otras renovables, cogeneración, residuos no renovables y residuos renovables).

Año	Todas las tecnologías	Tecnologías convencionales
2015	48 %	27 %
2016	47 %	25 %
2017	42 %	22 %
2018	43 %	22 %
2019	48 %	24 %
2020	42 %	16 %
2021	34 %	8 %
2022	48 %	17 %
2023	49 %	17 %

Cuadro 23: Margen de reserva neto

En este sentido, el Cuadro 23 muestra dos medidas de margen de reserva neto para el periodo 2015-2023, calculado como  $\frac{C_d - D_p}{D_p}$ , donde  $C_d$  representa la capacidad disponible anual (teniendo en cuenta la capacidad instalada y su coeficiente de disponibilidad por tecnología) y  $D_p$  representa la demanda pico anual. La columna 2 presenta el margen de reserva neto considerando todas las tecnologías del sistema (convencionales y RECORE), mientras que la columna 3 únicamente considera las tecnologías convencionales, caracterizadas por una mayor estabilidad en comparativa con el régimen RECORE. A medida que las tecnologías intermitentes van ganando peso en el mix eléctrico, la segunda medida comienza a cobrar más sentido.

Según estos resultados, España se encuentra en general en una situación de no pivotalidad, especialmente cuando consideramos todas las tecnologías. La única excepción se produce en el año 2021, momento en el que coincide una bajada sustancial en la electricidad producida con carbón, como resultado de la implementación de la Ley 7/2021 (sin variaciones relevantes en el resto de tecnologías, ni convencionales ni RECORE), sumado a un periodo de mayor demanda pico. Durante los años 2022 y 2023 la capacidad disponible se mantiene en los niveles de 2021. Sin embargo, estos últimos años muestran un margen de reserva de nuevo superior al 10 %, debido a la reducción de la demanda pico. La complejidad y relevancia del tema, particularmente en una coyuntura de descarbonización, sugiere que nuevos análisis en profundidad de este tema podrían ser relevantes para el sistema eléctrico. No obstante, esos análisis se desvían del foco principal del presente trabajo (el análisis de la concentración), por lo que se dejan para futuras investigaciones.

#### 4.2. Análisis dinámico para el mercado mayorista de electricidad

A continuación se realiza un análisis de los cambios ocurridos en el grado de concentración a lo largo del período de tiempo considerado. Este análisis proporciona información valiosa sobre la evolución de la estructura organizativa del mercado relevante para determinar el grado de competencia en el que se desenvuelve. En las Figuras 6 y 7 se representa la evolución del promedio mensual del número de empresas en el mercado, en los segmentos de oferta y demanda, respectivamente.

Como se puede apreciar, existe un fuerte crecimiento del número de empresas en ambos segmen-

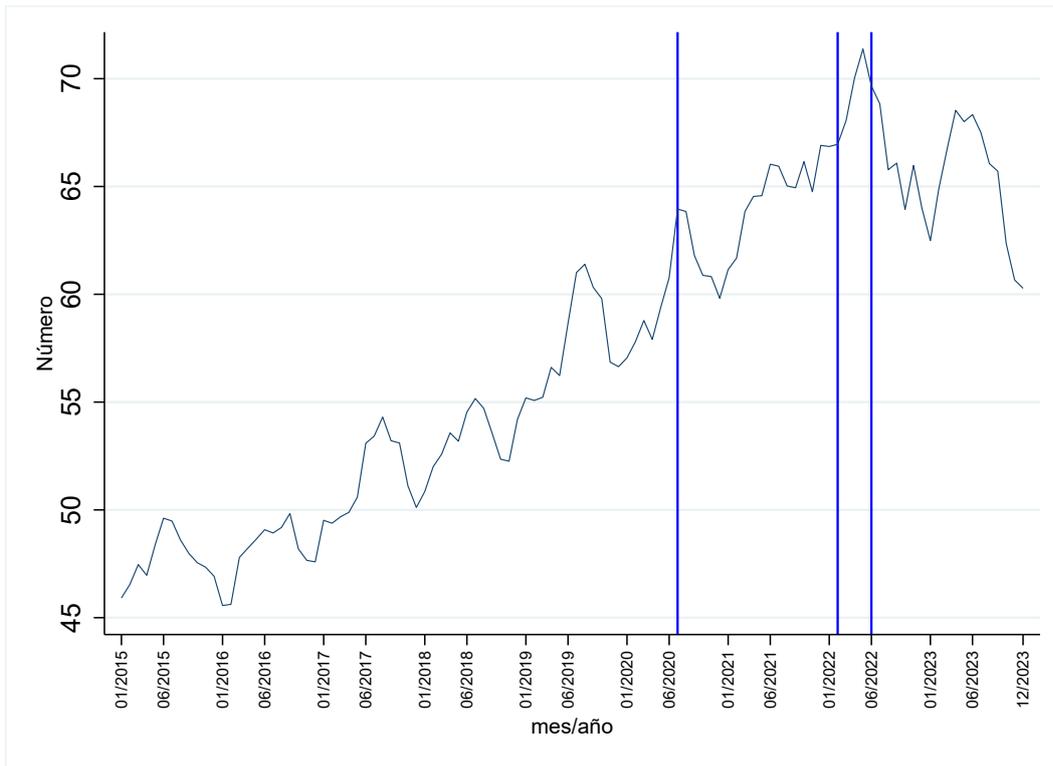


Figura 6: Evolución del número de generadores oferentes, 2015-2023.

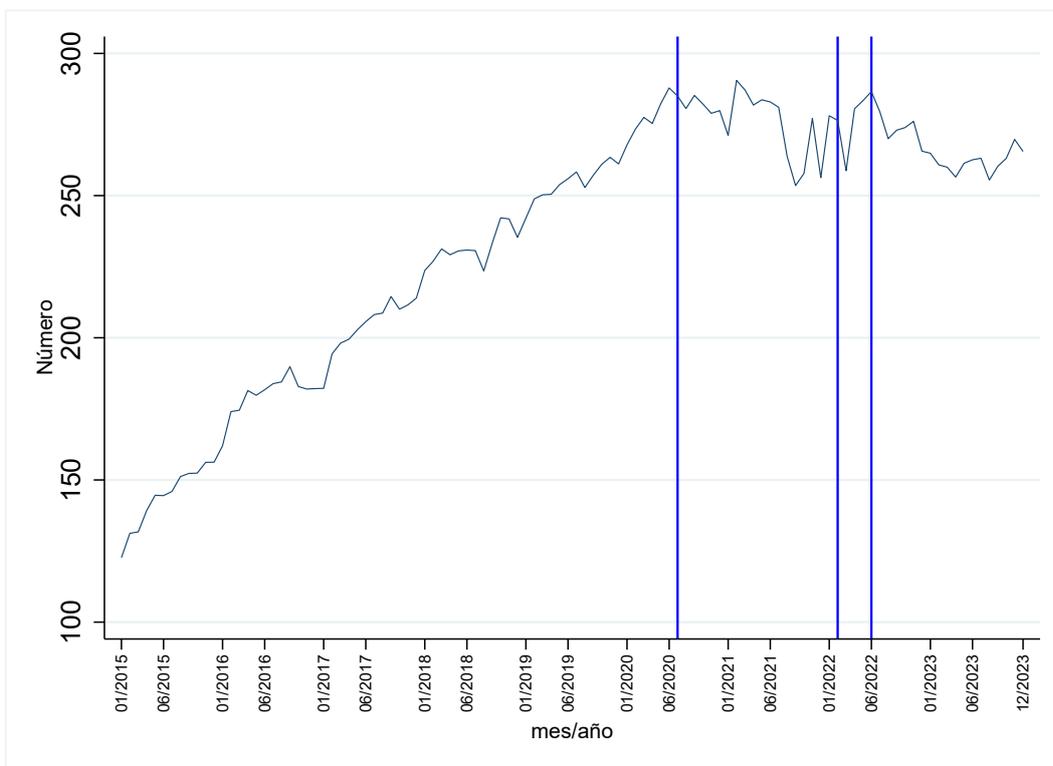


Figura 7: Evolución del número de empresas demandantes, 2015-2023.

tos del mercado desde 2015, observándose un proceso de consolidación en el lado de la demanda desde 2020, mientras que se observa un significativo descenso en el número de oferentes del alre-

dedor de un 14%. El crecimiento en el número de empresas generadoras desde 2022 es negativo. Dado que no necesariamente este proceso implica concentración en la actividad de generación, las Figuras 8 y 9 representan la evolución mensual del índice de concentración agregado por mes  $IHH$ , en los segmentos de oferta y demanda, respectivamente.

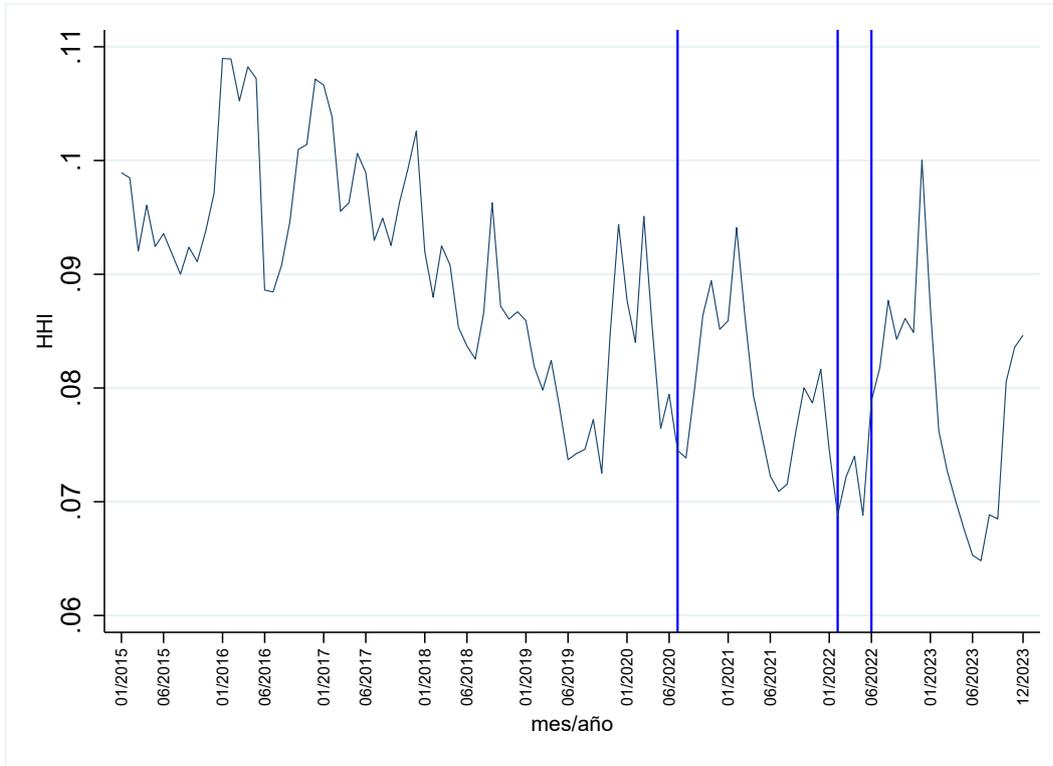


Figura 8: Evolución de la concentración en el lado de la oferta, 2015-2022.

Estas Figuras muestran que el índice  $IHH$ , en ambos lados del mercado, sigue una tendencia decreciente no lineal desde 2015 en ambos segmentos. Para verificarlo, realizamos un ajuste polinómico fraccional tanto del  $IHH$  como del  $IHHN$  con respecto al tiempo,  $Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t^{p_1} + \alpha_2 t^{p_2} + \varepsilon_t$ , donde  $p_1$  y  $p_2$  son los órdenes del polinomio fraccional tomados del conjunto de valores  $\{-2, -1, -0,5, 0, 0,5, 1, 2, 3\}$  e  $Y = \{IHH, IHHN\}$  tomando todas las observaciones mensuales (108 observaciones), tanto para la oferta como para la demanda. Los resultados se presentan en el Cuadro 24.

Los resultados de la regresión se pueden interpretar de la siguiente forma. El intercepto  $\alpha_0$  reporta el valor medio para todo el período de los índices de Herfindahl. En todos los casos, en promedio ambos segmentos del mercado están desconcentrados. El parámetro estimado  $\alpha_1$  confirma que la concentración es decreciente en el tiempo tanto por el lado de la oferta como el de la demanda. Finalmente, el parámetro estimado  $\alpha_2$  confirma un ligero ascenso de la concentración al final del período. En cualquier caso, el efecto de caída de la concentración a lo largo del tiempo es el efecto dominante.

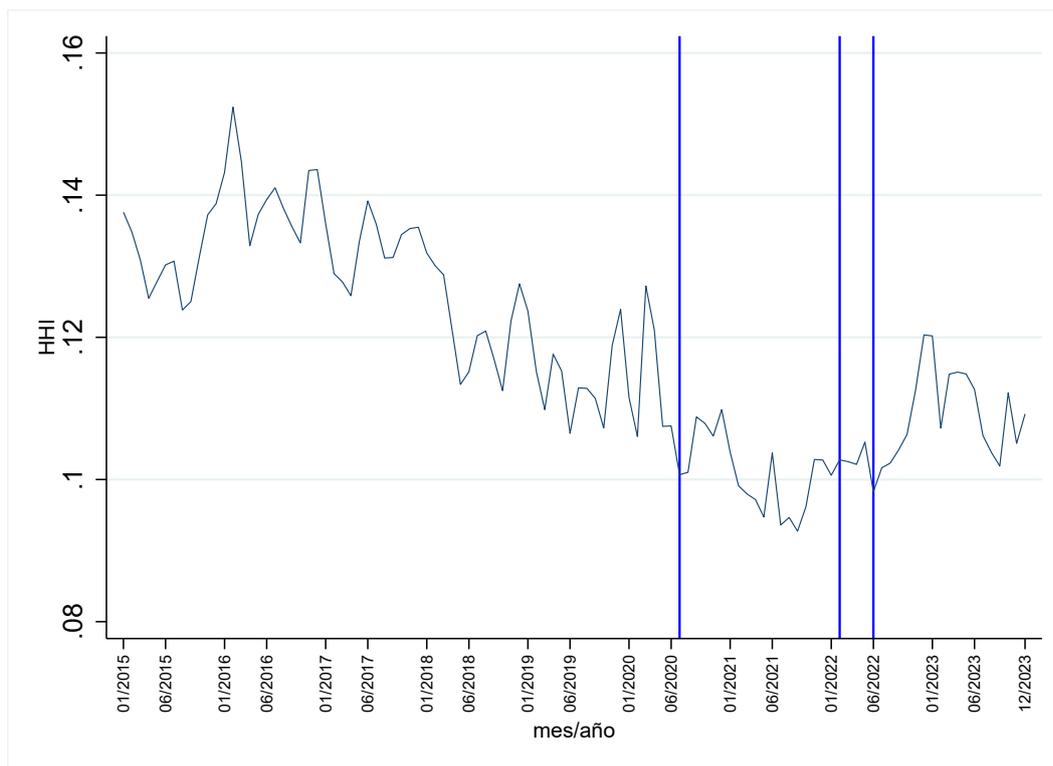


Figura 9: Evolución de la concentración en el lado de la demanda, 2015-2022.

	IHH		IHHN	
	Oferta	Demanda	Oferta	Demanda
$\alpha_0$	0,0991*	0,1370*	0,0792*	0,1318*
$\alpha_1$	$-7,51 \cdot 10^{-6}$ *	$-8,14 \cdot 10^{-7}$ *	$-5,57 \cdot 10^{-6}$ *	$-7,59 \cdot 10^{-7}$ *
$\alpha_2$	$5,28 \cdot 10^{-8}$ *	$1,70 \cdot 10^{-7}$ *	$3,87 \cdot 10^{-8}$ *	$1,59 \cdot 10^{-7}$ *
$p_1$	2	3	2	3
$p_2$	3	3	3	3
$\overline{R^2}$	0,5546	0,7892	0,4259	0,7601
$F$	67,62*	201,30*	40,69*	170,53*

Cuadro 24: Evolución de IHH e IHHN en la oferta y la demanda

### 4.3. Concentración en el mercado de telefonía

En esta sección comparamos los resultados con los obtenidos en otra industria de red como es la telefonía. Consideramos dos segmentos diferentes: telefonía móvil y banda ancha minorista. El volumen de negocio del sector de las telecomunicaciones en España se situó en torno a los 28,337 millones de euros en 2020<sup>20</sup>.

De acuerdo con el Cuadro 25, el IHH promedio en telefonía móvil está cerca del 0,25 que co-

<sup>20</sup>De acuerdo con datos del Observatorio Nacional del Sector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, publicados por el Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública,

	Telefonía Móvil				Banda Ancha Minorista			
	Media	Des. Std.	Min.	Max.	Media	Des. Std.	Min.	Max.
C1	0.2952	0.0117	0.2739	0.3108	0.3945	0.0370	0.3413	0.4464
C2	0.5451	0.0300	0.4952	0.5756	0.6513	0.0532	0.5731	0.7228
IHH	0.2342	0.0086	0.2214	0.2465	0.2813	0.0303	0.2400	0.3253

Cuadro 25: Índices de Concentración C e IHH

rrpondería a un mercado moderadamente concentrado de acuerdo con la taxonomía de la Tabla 15. Por su parte, el mercado de banda ancha minorista está por encima, lo que se correspondería con un mercado altamente concentrado. En conclusión, el mercado de telefonía en comparación con el eléctrico está claramente más concentrado.

## 5. Conclusiones

Desde un punto de vista empírico el grado de competencia en los mercados se suele concretar en índices de concentración que miden la proximidad o alejamiento de una determinada estructura de mercado a las situaciones extremas de competencia perfecta o monopolio. La hipótesis es que cuanto más cercana se encuentre una estructura de mercado a uno de esos dos extremos, más próximo será también el comportamiento de las empresas que en él operan y también los resultados de mercado.

En este trabajo se ha presentado una batería de indicadores que proporcionan información sobre distintos aspectos de la distribución de cuotas de mercado. Cada uno de ellos pone el énfasis en un aspecto concreto y en su conjunto resultan informativos sobre el grado de competencia en el mercado.

Nuestros resultados indican que en el caso del mercado mayorista de electricidad se ha producido un descenso de la concentración tanto en el lado de la demanda como en el de la oferta desde 2015, observándose también un cierto estancamiento desde 2022.

## 6. Referencias

### Referencias

- [1] ACER (2023). Security of EU electricity supply. [https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Publications/Security\\_of\\_EU\\_electricity\\_supply\\_2023.pdf](https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Publications/Security_of_EU_electricity_supply_2023.pdf)
- [2] Curry, B., George, K.D. (1983). Industrial concentration: a survey. *Journal of Industrial Economics* 31(3), 203–255.
- [3] Demsetz, H. (1968), Why regulate utilities? *Journal of Law and Economics* 11(1), 55-65.
- [4] Gabaix X., Ioannides Y. (2004). The Evolution of City Size Distributions. En: Handbook of Regional and Urban Economics 4(53). North-Holland, 2341-2378.
- [5] Gwin, C.R. (2001). A guide for industry study and the analysis of firms and competitive strategy. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/137034638/A-Guide-for-Industry-Study-and-the-Analysis-of-Firms-and-Competitive-Strategy-pdf>.
- [6] Hall, M., Tideman, N. (1967). Measures of concentration. *Journal of the American Statistical Association* 62(317), 162-168.
- [7] Hannah, L., Kay, J.A. (1977). Concentration in Modern Industry: Theory, Measurement and the UK Experience, London: Macmillan (317), 162-168.
- [8] Hause, J.C., (1977). The Measurement of Concentrated Industrial Structure and the Size Distribution of Firms. *Annals of Economic and Social Measurement*, Vol. 6, 1, 73-107.
- [9] Herfindahl, O.C. (1950). Concentration in the U.S. Steel Industry. Tesis de Doctorado no publicada. Columbia University, New York.
- [10] Hirschman, A.O. (1964). The paternity of an index. *The American Economic Review* 54, 761-762.
- [11] Horvath, J. (1970). A Suggestion for a Comprehensive Measure of Concentration. *Southern Economic Journal* XXXVI(4), 446-452.
- [12] IILA LEY, Índice de Herfindahl, <https://guiasjuridicas.laley.es/>
- [13] Kwoka, J. (1977). Large Firm Dominance and Price-Cost Margins in Manufacturing Industries. *Southern Economic Journal* 44(1), 183-189.
- [14] Latreille, P., Mackley, J. (2010). Using Excel to Illustrate Hannah and Kay's Concentration Axioms. *International Review of Economics Education* 10, 117-127.
- [15] Linda, R. (1976). Methodology of Concentration Analysis Applied to the Study of Industries and Markets. Bruselas: Commission of E.E.C.

- [16] Martinez, O. J. (2017). Concentración o desconcentración del mercado de telefonía móvil de Colombia: Una aproximación. *Revista de Economía del Caribe*, 20, 27-51.
- [17] Melnik, A., Shy, O., Stenbacka, R. (2007). Assessing Market Dominance. *Journal of Economic Behavior and Organization* 68(1), 63-72.
- [18] Miller, R. A. (1967). Marginal Concentration Ratios and Industrial Profit Rates: Some Empirical Results. *Southern Economic Journal* XXXIV, 259-267.
- [19] Rhoades, S.A. (1995). Market Share Inequality, the HHI, and Other Measures of the Firm—Composition of a Market. *The Review of Industrial Organization* 10, 657–674.
- [20] Rosenbluth, G. (1955). Measures of Concentration. En: N.B.E.R., Conference on Business Concentration and Price Policy. Princeton: Princeton University Press.
- [21] Sheffrin, A. (2002). "Predicting market power using the residual supply index." FERC market monitoring workshop december.
- [22] Stigler, G. (1968). *The Organization of Industry*, The University of Chicago Press.
- [23] Theil, H. (1967). *Economics and Information Theory*. Amsterdam: North Holland.

## A. Apéndice 1: Análisis estático

En este apéndice presentamos el análisis descriptivo (media, desviación estándar, máximo y mínimo) de los índices de concentración presentados en la Sección 2, para oferta y demanda, excepto los recogidos en el Cuadro 25. .

	Oferta				Demanda			
	Media	Des.Std.	Min.	Max.	Media	Des.Std.	Min.	Max.
IHT	0,0812	0,0136	0,0483	0,1393	0,0652	0,0193	0,0339	0,1351
EI	2,8144	0,1710	2,2387	3,3180	2,8013	0,2236	2,2182	3,4096
CCI	0,2769	0,0408	0,1690	0,4917	0,3470	0,0346	0,2294	0,4775
HI	0,1443	0,0272	0,0800	0,3029	0,1462	0,0218	0,0940	0,2715
ID	0,2012	0,0581	0,0871	0,7132	0,2823	0,0433	0,2043	0,6631
IK	0,0054	0,0044	0,0005	0,0836	0,0117	0,0047	0,0039	0,0618
G	0,7761	0,0283	0,6644	0,8707	0,9295	0,0082	0,8281	0,9530
V	12,1431	2,8523	4,8820	23,1563	15,2197	2,3962	4,9945	23,3746

Cuadro 26: Cuadro A1.1.- Índices de Concentración

El valor promedio del **IHT** equivaldría a tener 12 y 15 empresas idénticas, respectivamente en los segmentos de oferta y demanda. A su vez, la entropía del mercado medida por el índice **EI** es alta, claramente por encima de 1 por lo que estaría indicando un mercado con dinamismo en cuotas de mercado. El **CCI** indica que la dispersión de las cuotas de mercado entorno a la cuota de la empresa con mayor cuota es alta, sobre todo en el segmento de la oferta. En el caso del **ID**, al igual que el **IHH**, se han establecido rangos de niveles de concentración, asociados con barreras a la entrada (Martínez, 2017). En el caso de la oferta, un valor inferior a 0,25 indica bajas barreras de entrada, lo cual es precisamente el caso del segmento de la oferta. Por su parte **IK** toma en ambos casos valores muy cercanos a cero lo que indica un que tanto la concentración es baja y el dominio del mercado por parte de los mayores generadores es bajo.

**Tabla A1.2.- Índices de Concentración**

	Oferta				Demanda			
	Media	Des.Std.	Min.	Max.	Media	Des.Std.	Min.	Max.
HKI3	0,0110	0,0046	0,0029	0,0791	0,0210	0,0054	0,0098	0,0552
HKI4	0,0865	0,0168	0,0466	0,2148	0,1182	0,0174	0,0736	0,1904
HKI5	0,1838	0,0231	0,1241	0,3209	0,2211	0,0238	0,1566	0,3075
IS05	0,4970	0,0029	0,4624	0,3029	0,4962	0,0032	0,4700	0,5000
IS1	0,4940	0,0058	0,4247	0,7132	0,4925	0,0064	0,4401	0,5000
IS2	0,4880	0,0115	0,3494	0,0836	0,4850	0,0127	0,3802	0,5000
Rhoades1	0,0846	0,0172	0,0429	0,2103	0,1076	0,0134	0,0729	0,1858
Rhoades2	0,0027	0,0022	0,0002	0,0418	0,0058	0,0024	0,0019	0,0309
Rhoades3	28,0720	4,9004	19,9521	39,7451	117,6629	22,6859	57,8341	151,5233
Rhoades4	2,4314	0,5574	1,2604	7,9836	14,0898	2,2339	7,0838	26,0163

Cuadro 27: Cuadro A1.2.- Índices de Concentración

El índice **IS**, que se usa como medida de competencia potencial, barreras a la entrada y regulación (modulando para ello el coeficiente  $\gamma$ , es bastante estable e inferior para distintos valores del parámetro. Los índices de Rhoades 1 y 2 muestran una estabilidad intra-horaria de las cuotas de mercado alta. Este resultado debe de ser analizado junto con las medidas de concentración ya que un mercado competitivo es perfectamente compatible con estabilidad de cuotas de mercado. Finalmente, la magnitud de los índices de Rhoades 3 y 4 es compatible con el hecho de que a nivel intra-horario las cuotas de mercado varían no solamente entre las empresas pequeñas sino en sobremanera entre las empresas más grandes.

<b>Tabla A1.3.- Índices de Concentración</b>								
	Oferta				Demanda			
	Media	Des.Std.	Min.	Max.	Media	Des.Std.	Min.	Max.
H_α_15	0,2493	0,0382	0,1489	0,4208	0,3089	0,0390	0,2011	0,4344
H_α_100	0,0879	0,0174	0,0470	0,2190	0,1212	0,0183	0,0745	0,1974
H_α_200	0,0864	0,0168	0,0466	0,2149	0,1183	0,0174	0,0736	0,1906
H_β_101	0,1579	0,0287	0,0876	0,3441	0,2105	0,0292	0,1335	0,3232
H_β_125	0,1063	0,0215	0,0554	0,2569	0,1457	0,0230	0,0875	0,2378
H_β_200	0,0869	0,0170	0,0467	0,2165	0,1191	0,0177	0,0738	0,1930
InstIndex	0,0862	0,0611	0,0030	0,7689	0,0467	0,0312	0,0038	0,4995

Cuadro 28: Cuadro A1.3.- Índices de Concentración

Los índices de Hause refuerzan los resultados obtenidos con los índices reportados. Incluso para valores bajos de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , que corresponderían con supuestos de mercado más colusivo, el mercado muestra signos de ser competitivo incluso para esos valores.

## B. Apéndice 2: Análisis dinámico

A continuación presentamos la representación gráfica de la evolución de los índices de concentración calculados para el lado de la oferta (medias mensuales), en el periodo muestral 2015-2022.

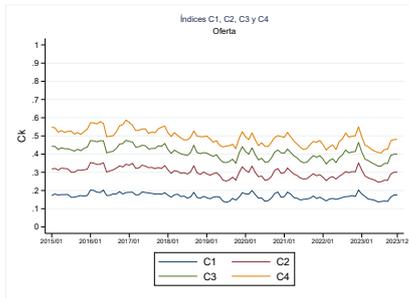


Figura 10: Ck oferta

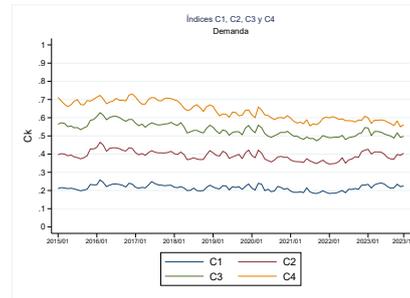


Figura 11: Ck demanda

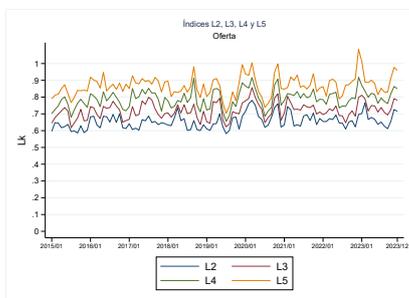


Figura 12: Lk oferta

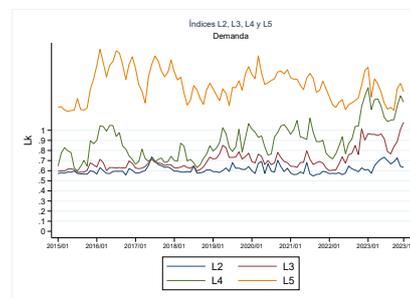


Figura 13: Lk demanda

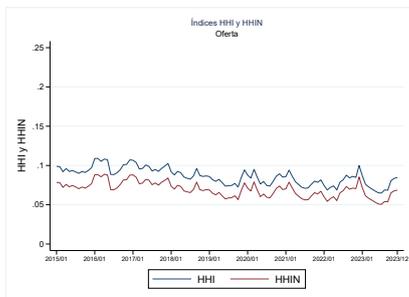


Figura 14: HHI y HHIN oferta

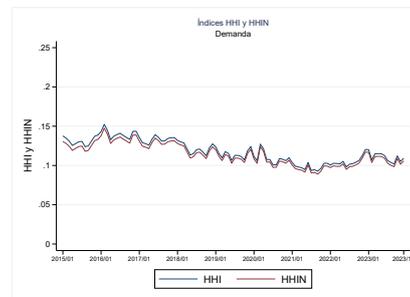


Figura 15: HHI y HHIN demanda

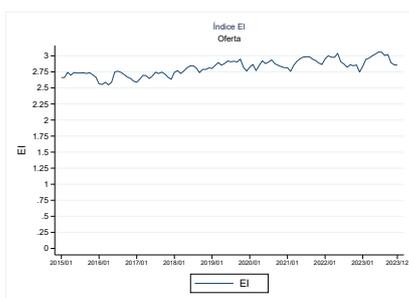


Figura 16: EI oferta

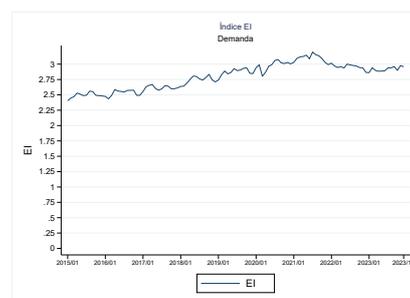


Figura 17: EI demanda

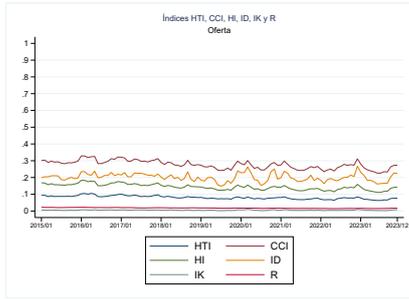


Figura 18: HTI, CCI, HI, ID, IK y R oferta

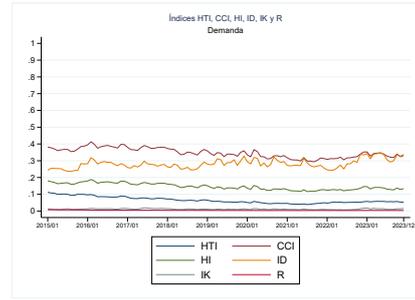


Figura 19: HTI, CCI, HI, ID, IK y R demanda

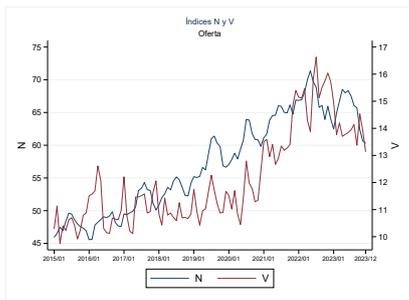


Figura 20: Número y varianza cuotas, oferta

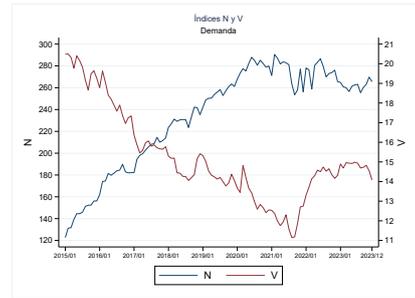


Figura 21: Número y varianza cuotas, demanda

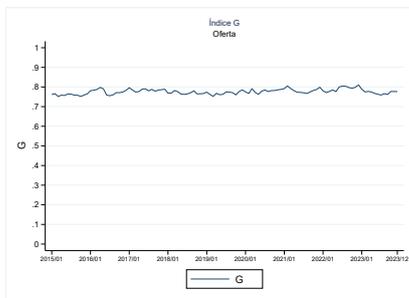


Figura 22: Gini oferta

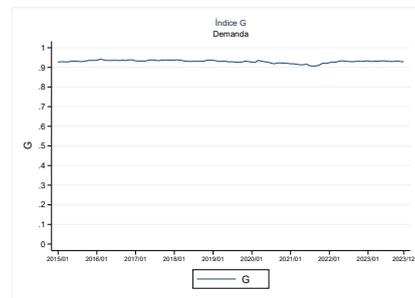


Figura 23: Gini demanda

### C. Apéndice 3: Índice de Inestabilidad

A continuación presentamos los índices de estabilidad, para oferta y demanda, correspondientes al periodo muestral 2015-2022.

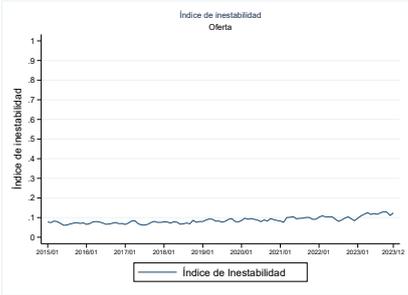


Figura 24: Índice de inestabilidad oferta

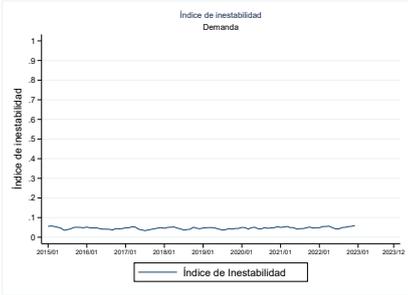


Figura 25: Índice de inestabilidad demanda