

# Proyecto Fin de Carrera

## Ingeniería de Organización Industrial

### Estrategias de voto: aplicación al Parlamento Andaluz

Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla 2022



Autor: Francisco Javier Macarro Alvarado

Tutor: Manuel Ordóñez Sánchez

Proyecto Fin de Carrera  
Ingeniería de Organización Industrial

# **Estrategias de voto: aplicación al Parlamento Andaluz**

Autor:

Francisco Javier Macarro Alvarado

Tutor:

Manuel Ordóñez Sánchez

Profesor Titular

Dpto. de Matemática Aplicada II  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Autor: Francisco Javier Macarro Alvarado

Tutor: Manuel Ordóñez Sánchez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

*A mi familia*

*A mis maestros*





# Agradecimientos

---

*Con este Trabajo de Fin de Grado doy por finalizada mi etapa en la Universidad. Quería agradecer con estas palabras a toda la docencia, con mención especial a mi tutor por su gran dedicación en este trabajo.*

*Francisco Javier Macarro Alvarado  
Ingeniería de Organización Industrial  
Sevilla, 2022*



Como bien conocemos, cada cuatro años los andaluces votamos al grupo parlamentario y en consecuencia al que queremos que sea el presidente de nuestra Comunidad Autónoma. Esto lleva consigo un proceso de votación por parte del ciudadano. Con este trabajo lo que queremos es hacer este sistema de votación más homogéneo aplicando un par de modelos matemáticos de índices de poder, para así facilitar y hacer más ágil todo el procedimiento.

En primer lugar, planteamos dos índices de poder clásicos, calculados vía las funciones generatrices. En segundo lugar, aplicamos estos índices de poder al sistema de votación Andaluz y los comparamos con el método actual de votación en el cual no todos los votos valen lo mismo.

Como resultado vemos que los sistemas derivados de los índices de poder son más homogéneos que el actual con lo cual no hay tanta diferencia entre un voto rural y uno urbano.



# Abstract

---

As we are well aware, every four years Andalusians vote for the parliamentary group and consequently for the person we want to be the president of our Autonomous Community. This involves a voting process on the part of the citizens. With this work what we want is to make this voting system more homogeneous by applying a couple of mathematical models of power indexes, in order to facilitate and streamline the whole procedure.

First, we propose two classical power indexes, calculated via the generatrix functions. Secondly, we apply these power indices to the Andalusian voting system and compare them with the current voting method in which not all votes are worth the same.

As a result we see that the systems derived from the power indices are more homogeneous than the current one so that there is not so much difference between a rural and an urban vote.

Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version).

# Índice

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Agradecimientos</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Resumen</b>  | <b>11</b> |
| <b>Abstract</b>   | <b>13</b> |
| <b>Índice</b>   | <b>14</b> |
| <b>Índice de Tablas</b>   | <b>16</b> |
| <b>Índice de Gráficas</b>   | <b>18</b> |
| <b>Notación</b>   | <b>20</b> |
| <b>1. Juegos de votación e índices de poder</b>                   | <b>22</b> |
| 1.1. <i>Índice de poder de Banzhaf</i>                            | 22        |
| 1.2. <i>Índice de poder de Shapley-Shubik</i>                     | 23        |
| <b>2. Composición actual del parlamento andaluz</b>               | <b>25</b> |
| <b>3. El poder de un elector</b>                                  | <b>32</b> |
| <b>4. El poder de un votante en función del P.I.B. provincial</b> | <b>37</b> |
| 4.1. <i>P.I.B. en Andalucía</i>                                   | 37        |
| 4.2. <i>Cálculo de los índices según el P.I.B. provincial</i>     | 38        |
| <b>5. COMPARACIÓN CON OTROS ÍNDICES</b>                           | <b>41</b> |
| <b>Referencias</b>  | <b>46</b> |
| <b>Glosario</b>   | <b>48</b> |



# ÍNDICE DE TABLAS

---

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Valores de ambos índices según población        | 34 |
| Tabla 2. Valores del P.I.B.                              | 38 |
| Tabla 3. Tabla de los índices según el P.I.B. provincial | 39 |
| Tabla 4. Resumen valores índices                         | 43 |





# ÍNDICE DE GRÁFICAS

---

|   |    |
|---|----|
| Gráfica 1. Comparación de ambos índices   | 35 |
| Gráfica 2. Gráfica de los índices según el P.I.B. provincial                            | 39 |
| Gráfica 3. Comparativa del valor de un voto y los índices de poder poblacional y P.I.B. | 42 |
| Gráfica 4. Comparativa entre el índice de poder y el poder del voto                     | 44 |



# Notación

---

|                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| $A^*$                   | Conjugado                           |
| c.t.p.                  | En casi todos los puntos            |
| c.q.d.                  | Como queríamos demostrar            |
| ■                       | Como queríamos demostrar            |
| e.o.c.                  | En cualquier otro caso              |
| e                       | número e                            |
| Re                      | Parte real                          |
| Im                      | Parte imaginaria                    |
| sen                     | Función seno                        |
| tg                      | Función tangente                    |
| arctg                   | Función arco tangente               |
| sen                     | Función seno                        |
| $\sin^x y$              | Función seno de $x$ elevado a $y$   |
| $\cos^x y$              | Función coseno de $x$ elevado a $y$ |
| Sa                      | Función sampling                    |
| sgn                     | Función signo                       |
| rect                    | Función rectángulo                  |
| Sinc                    | Función sinc                        |
| $\partial y \partial x$ | Derivada parcial de $y$ respecto    |
| $x^\circ$               | Notación de grado, $x$ grados.      |

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| $\Pr(A)$          | Probabilidad del suceso $A$ |
| SNR               | Signal-to-noise ratio       |
| MSE               | Minimum square error        |
| :                 | Tal que                     |
| <                 | Menor o igual               |
| >                 | Mayor o igual               |
| \                 | Backslash                   |
| $\Leftrightarrow$ | Si y sólo si                |

# 1. JUEGOS DE VOTACIÓN E ÍNDICES DE PODER

Consideremos un conjunto finito de jugadores  $N = \{1, \dots, n\}$  que participan en un sistema de votación. Un juego de votación ponderada sobre  $N$  se define para cada jugador como un número de votos  $v_i$ , con  $v_i > 0$ , para cada jugador  $i \in N$ . Cada subconjunto de jugadores se denomina coalición y entonces el número de votos de una coalición  $S \subseteq N$  es la suma de los votos de sus jugadores,  $v(S) = \sum_{i \in S} v_i$ .

Se llama cuota del juego a un número  $q$ , fijo durante el juego, tal que determina el número mínimo de votos para que se apruebe una propuesta. La función característica del juego de votación ponderada definida por estos elementos es  $v: 2^N \rightarrow \{0, 1\}$ , donde para cada  $S \subseteq N$   $v(S) = 1$  si  $w(S) \geq 1$  y  $v(S) = 0$  en caso contrario. Los juegos de votación ponderada se suelen escribir, como  $v = [q; v_1 \dots, v_n]$ . Las coaliciones  $S$  que satisfacen  $v(S) = 1$  se denominan ganadoras y las otras perdedoras. La función característica  $v$  es monótona, en el sentido de que si  $S \subseteq T \rightarrow v(S) \leq v(T)$ .

Se supondrá además que  $v(N) = 1$  ya que si no el juego no tendría sentido desde el punto de vista de la votación.

Un juego simple sobre  $N$  es cualquier función monótona  $v: 2^N \rightarrow \{0, 1\}$  satisfaciendo  $v(\emptyset) = 0$  y  $v(N) = 1$ . Por lo tanto, la familia de juegos de votación ponderada es la clase de juegos simples que surge en el contexto del análisis político para determinar el poder de los partidos políticos, instituciones o naciones en la toma de decisiones (Bilbao et al., 2002; Brams y Affuso, 1976; Felsenthal y Machover, 1998; Holler, 1982; Mann y Shapley, 1962).

Un índice de poder para juegos simples sobre  $N$  es una función que determina una cuota de poder para cada jugador en  $N$  basada en la capacidad de cada jugador de participar en coaliciones ganadoras.

Dos índices de poder clásicos de la teoría de juegos son el índice de Banzhaf (Banzhaf, 1965) y el índice de Shapley-Shubik (Shapley y Shubik, 1954). La complejidad del cálculo de estos índices a partir de fórmulas directas es muy alta,  $\mathcal{O}(n \cdot 2^n)$ , donde  $n$  es el número de jugadores. La alternativa de cómputo pasa por el uso de funciones generatrices que son, básicamente, un algoritmo de cálculo. El uso de dichas funciones para el cálculo del índice de poder de Shapley-Shubik en juegos de votación tiene antecedentes en la literatura, por ejemplo, ver Lucas (1983). Posteriormente, Brams y Affuso (1976) utilizaron funciones generadoras para calcular el índice de Banzhaf normalizado.

El uso de funciones generadoras permite calcular estos índices con algoritmos con más complejidad temporal  $\mathcal{O}(n \cdot 2^c)$  donde  $c$  es el número de coeficientes no nulos de la función generadora utilizada (véase Bilbao et al., 2000).

## 1.1. Índice de poder de Banzhaf

Para definir el índice de poder de Banzhaf, primero introducimos el concepto de *swing*. Un swing para el jugador  $i$  consiste en un par de coaliciones  $(S \cup i, S)$ ,  $i \notin S$  de manera que  $S \cup i$  es ganadora y  $S$  es perdedora.

El número total de swings para un jugador  $i$  se denota por  $\rho_i(v)$ , es decir, es el número de coaliciones donde el jugador  $i$  es decisivo ya que si sale de la coalición esta pasa a ser perdedora. El número total de swings es  $\rho(v) = \sum_{i \in N} \rho_i(v)$ .

El índice de poder normalizado de Banzhaf para el jugador  $\dot{i}$  viene dado por  $\rho_i(v) = \frac{\rho_i(v)}{\rho(v)}$ .

Dado un juego de votación,  $v = [q; v_1 \dots, v_n]$ , el número de swings de un jugador  $\dot{i}$  puede calcularse como  $\rho_i(v) = \sum_{k=q-v_i}^{q-1} b_k^i$  donde  $b_k^i$  es el número de coaliciones  $S$  de manera que  $i \notin S, v(S) = v_k$ . Para explicar esta fórmula observamos que si sumamos desde  $q - v_i$  hasta  $q - 1$  obtenemos el número total de coaliciones que estaban perdiendo y se convierten en ganadoras cuando se incorpora el jugador  $\dot{i}$ . La siguiente función generatriz nos servirá para calcular el índice de Banzhaf normalizado.

$$B_i(x) = \prod_{j=1, j \neq i}^n (1 + x^{v_j}) = \sum_{k=0}^{v_{N \setminus i}} b_k^i x^k \text{ donde } v_{N \setminus i} = \sum_{k \neq i} v_k.$$

**Ejemplo:** El juego de votación ponderada correspondiente a una ciudad, formado por cinco partidos políticos partidos  $N = \{1,2,3,4,5\}$  es  $v = [20; 13,11,10,6,3]$ . Obtenemos el índice de Banzhaf del jugador 1 vía las funciones generadoras.

$B_1(x) = (1 + x^{11})(1 + x^{10})(1 + x^6)(1 + x^3) = 1 + x^3 + x^6 + x^9 + x^{10} + x^{11} + x^{13} + x^{14} + x^{16} + x^{17} + x^{19} + x^{20} + x^{30}$ . Luego  $\rho_1(v) = \sum_{k=7}^{19} b_k^1 = 8$  que coincide con la suma de coeficientes no nulos de la función generatriz entre las potencias 7 y 19. Si quisiéramos calcular el normalizado debemos calcular el índice de Banzhaf del resto de jugadores. Así

$$B_2(x) = (1 + x^{13})(1 + x^{10})(1 + x^6)(1 + x^3), \rho_2(v) = \sum_{k=9}^{19} b_k^2 = 7$$

$$B_3(x) = (1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^6)(1 + x^3), \rho_3(v) = \sum_{k=10}^{19} b_k^3 = 5$$

$$B_4(x) = (1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{10})(1 + x^3), \rho_4(v) = \sum_{k=13}^{19} b_k^4 = 4$$

$$B_5(x) = (1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{10})(1 + x^6), \rho_5(v) = \sum_{k=16}^{19} b_k^5 = 3$$

$$\text{Luego } \rho_1(v) = \frac{\rho_1(v)}{\rho(v)} = \frac{8}{19}$$

## 1.2. Índice de poder de Shapley-Shubik

El índice de poder Shapley-Shubik mide la contribución marginal esperada para un jugador que convierte una coalición perdedora en una coalición ganadora. Este índice, para un juego  $v = [q; v_1 \dots, v_n]$ , viene determinado por:

$$\Phi_i(v) = \sum_{j=0}^{n-1} \frac{j! (n-j-1)!}{n!} d_j^i$$

donde  $d_j^i = \sum_{k=q-v_i}^{q-1} a_{kj}^i$

El número  $d_j^i$  representa el número de swings del jugador  $\dot{i}$  en coaliciones de tamaño  $j$ ; es decir, el número de coaliciones de tamaño  $j$  que se convierten en ganadoras cuando el jugador  $\dot{i}$  se une. Al mismo tiempo,  $a_{kj}^i$  representa el número de coaliciones formadas con  $j$  jugadores, diferentes de  $\dot{i}$  y con un peso de coalición  $k$ . La función generadora en este caso es

$$S_i(x, z) = \prod_{j=1, j \neq i}^n (1 + x^{v_j} z)$$

que nos permitirá calcular los  $a_{jk}^i$ . Hacemos estos cálculos explicándolos en el ejemplo.

Siguiendo con el ejemplo anterior

$$S_1(x, z) = \prod_{j=2}^5 (1 + x^{v_j} z) = (1 + x^{11} z)(1 + x^{10} z)(1 + x^6 z)(1 + x^3 z)$$

Buscamos ahora los monomios con exponente en  $x$  entre 7 y 19.

$$S_1(x, z) = \dots + x^{10} z + x^{11} z + x^{13} z + x^{14} z + x^{16} z + x^{17} z + x^9 z^2 + x^{19} z^3 + \dots$$

Construimos a continuación la función

$$g_1(z) = \sum_{j=0}^4 d_j^1 z^j = 6z + z^2 + z^3 \text{ de donde } d_0^1 = 0, d_1^1 = 6, d_2^1 = 1, d_3^1 = 1, d_4^1 = 0.$$

Por último, calculamos el índice como

$$\Phi_1(v) = \sum_{j=0}^4 \frac{j!(n-j-1)!}{n!} d_j^1 = \frac{6 \cdot 3!}{5!} + \frac{2!2!}{5!} + \frac{3!1!}{5!} = \frac{43}{120}.$$



## 2. COMPOSICIÓN ACTUAL DEL PARLAMENTO

# ANDALUZ

---

El **Parlamento de Andalucía** es, junto con la Presidencia de la Junta y el Consejo de Gobierno, uno de los tres órganos que componen la Junta de Andalucía, institución en la que está depositado el poder de autogobierno de la Comunidad Autónoma de Andalucía. El Parlamento es el órgano sobre el que descansa el poder legislativo. Está compuesto por diputados elegidos mediante sufragio universal directo, los cuales representan al pueblo andaluz<sup>1</sup>. El Parlamento de Andalucía se constituyó en 1982, tras la aprobación del Estatuto de Autonomía en 1981. Su actual sede es el antiguo hospital de las Cinco Llagas en Sevilla.

### Historia del Parlamento de Andalucía

Con la guerra civil y el advenimiento del franquismo cesaron provisionalmente las reivindicaciones de autogobierno en Andalucía, que habían sido favorecidas durante las Segunda República. Con la muerte de Francisco Franco y la adopción de la Constitución de 1978 resurgieron las reivindicaciones de autogobierno, que encontraron como fundamento el artículo segundo de la Constitución, que reconoce el derecho de las regiones y nacionalidades de la Nación española a constituirse en comunidades autónomas.

El 4 de diciembre de 1977 cerca de un millón y medio de andaluces se manifestaron solicitando la autonomía para Andalucía. En enero de 1978, la Asamblea de Parlamentarios Andaluces aprueba el proyecto de decreto por el que se regula el régimen preautonómico. En abril del mismo año se concede la preautonomía a Andalucía. En junio de 1979 se constituye la junta de Andalucía, presidida por Rafael Escudero Rodríguez. El pleno aprueba en Granada acogerse a la vía del artículo 151 de la Constitución, que establece una vía de consecución de la autonomía, señalando como requisitos la aprobación de la Diputación, de tres cuartas partes de los ayuntamientos y de la mayoría del censo electoral, la aprobación mediante referéndum de cada provincia afectada y la elaboración del proyecto de Estatuto de Autonomía. A finales de agosto, el 95% de los ayuntamientos andaluces se suma al proyecto autonómico.

En febrero de 1980 se celebra el referéndum. En todas se obtiene la mayoría absoluta menos en Almería. Este imprevisto bloquea temporalmente la iniciativa autonómica, pero se soluciona mediante una modificación de la Ley Orgánica de Modalidades de Referéndum.

El 28 de febrero de 1981 la Asamblea de Diputados y Senadores andaluces aprueba en Córdoba el proyecto de Estatuto. En octubre el proyecto es aprobado por referéndum popular. Dos meses más tarde es ratificado por el Congreso de los Diputados y por el Senado, y finalmente es sancionado el 30 de diciembre de 1981 por S.M. el Rey don Juan Carlos I. Andalucía ya tiene un Estatuto de Autonomía que garantiza y rige su derecho al autogobierno.

### Primeras elecciones al Parlamento

El 23 de mayo de 1982 se celebran las primeras elecciones al Parlamento de Andalucía. La horquilla de diputados oscila entre los 90 y los 110. Se decide fijar en 109 el número de parlamentarios, con una distribución por territorios. Estas primeras elecciones son de gran importancia, no solo porque con ellas se forma la primera asamblea legislativa de la historia de Andalucía, sino porque también diseñan un mapa político apropiado. Los resultados dan el poder al Partido Socialista Obrero Español (PSOE), que obtiene mayoría absoluta con 66 escaños.

## El Parlamento desde 1982

El 21 de junio de 1982 se constituye el Parlamento de Andalucía en la Sesión Constitutiva celebrada en el Real Alcázar de Sevilla, en la que se eligió por mayoría a Antonio Ojeda Escobar como presidente. Poco después Rafael Escudero Rodríguez es elegido primer presidente de la Junta de Andalucía.

La modificación más importante que ha realizado el Parlamento es la reforma del Estatuto de Autonomía, aumentando las competencias propias del gobierno autonómico andaluz. Además, hace oficial el rango de capital de Sevilla.

Otro hito relevante es que el 2 de diciembre de 2018 se constituye el primer gobierno de centroderecha, tras treinta y seis años de gobiernos socialistas.



## Funciones

El Parlamento de Andalucía representa al pueblo andaluz. Sus 109 miembros son elegidos por sufragio universal, igual, libre, directo y secreto mediante un sistema electoral proporcional corregido territorialmente, de forma que ninguna provincia tenga más del doble de diputados que otra.

La Comunidad Autónoma de Andalucía se configura como un sistema parlamentario de gobierno, por lo que el Parlamento es el centro de las decisiones políticas fundamentales, de las que la primera es la elección del presidente o presidenta del Gobierno, que lo es también de la Comunidad. De esta forma, el Poder Ejecutivo ha de contar con la confianza de la Cámara, que ejercerá, en consecuencia, una permanente tarea de control que puede llegar incluso a la destitución del presidente o presidenta mediante una moción de censura.

Por otra parte, corresponde al Parlamento el ejercicio de la potestad legislativa a través de la cual se hace efectiva su autonomía política, por cuanto sus leyes no se encuentran sujetas más que a la Constitución y al Estatuto de Autonomía. Es también función del Parlamento la aprobación anual del Presupuesto de la Comunidad Autónoma.

Como en todas las democracias modernas, la actividad del Parlamento de Andalucía no se entendería sin tener en cuenta el protagonismo que corresponde a los partidos políticos, los cuales, a través de los grupos parlamentarios, orientan y dirigen la actuación de los diputados que comparten una misma ideología.

El Parlamento ejerce la potestad legislativa, impulsa y controla la acción del Consejo de Gobierno, aprueba los Presupuestos de la Comunidad y realiza aquellas otras funciones que se establecen en el Estatuto de Autonomía y sus leyes.

### **Estatuto**

El Estatuto de Autonomía es la norma institucional básica de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Además de establecer las señas de identidad de Andalucía como el himno, el escudo y la bandera y determinar su territorio, el Estatuto de Autonomía contiene el nivel de competencias que corresponde a la Comunidad Autónoma, así como su organización institucional.

Por lo que a las competencias se refiere, el Estatuto de Autonomía incorpora desde el momento mismo de su promulgación el máximo nivel competencial permitido por la Constitución Española, tales como sanidad, educación, infraestructuras, transportes, cultura, servicios sociales, etc.

En cuanto a su organización institucional, se sigue el modelo constitucional de sistema parlamentario de gobierno con un Parlamento que elige y destituye al presidente o presidenta del Gobierno. La relación de confianza entre ambos es fundamental para el funcionamiento del sistema.

El Tribunal Superior de Justicia de Andalucía es el órgano jurisdiccional en que culmina la organización judicial en su ámbito territorial.

### **Elección del Presidente de la Junta de Andalucía**

La elección del presidente de la Junta de Andalucía es una de las misiones más importantes del Parlamento Andaluz. El presidente ejerce sus funciones como jefe del ejecutivo andaluz y de las administraciones regionales y, por otro lado, en calidad de Presidente de las Comunidad Autónoma, representante de ésta respecto al resto de España.

Tras la presentación de su programa, el candidato a la presidencia es elegido por mayoría absoluta. En caso de que se rompiera la confianza entre el Parlamento y la presidencia del Gobierno, la Cámara dispone de dos instrumentos para solventar esta situación:

- El Parlamento andaluz, si estima que el presidente, en lo que se refiere a ejercer y asumir las funciones que se le son conferidas en su cargo, no es apto para tal, podría exigir responsabilidades mediante una moción de censura que debe ser apoyada por al menos un cuarto de los diputados y estar acompañada de una candidatura alternativa para sustituir al presidente en ejercicio.
- El presidente tiene por su parte la posibilidad de solicitar una moción de confianza, con el fin de asegurarse el apoyo de la cámara. En caso de rechazo, el presidente sería destituido y tendría que presentar su dimisión.

### **Sede**

El artículo 147 de la Constitución Española establece que los Estatutos de Autonomía deben contener la denominación, organización y sede de las instituciones autónomas propias. El Estatuto de Autonomía para Andalucía hace referencia a la sede del Parlamento en su artículo 4 estableciéndola en la ciudad de Sevilla que queda constituida como capital de Andalucía y donde se encuentra también la Presidencia de la Junta de Andalucía y del Consejo de Gobierno, sin perjuicio de que estas Instituciones puedan celebrar sesiones en otras ciudades de Andalucía. Con ello se alcanza una solución de compromiso sobre el problema de la distribución de las instituciones andaluzas en el territorio. En este sentido ha de señalarse que la ciudad de Granada acoge la sede del Consejo Consultivo y la del Tribunal Superior de Justicia de Andalucía que cuenta con salas también en las ciudades de Málaga y Sevilla.

Hasta llegar al momento actual, la Cámara andaluza ha pasado por diversas vicisitudes. Así su Sesión Constitutiva, celebrada el día 21 de junio de 1982, por acuerdo del Consejo Permanente de la Junta se realizó en los Reales Alcázares de Sevilla.

El Parlamento, que no disponía en esos momentos de los recursos necesarios, contó con el apoyo decidido de otras instituciones, como, en este caso, el Ayuntamiento de Sevilla. El primer presidente del Parlamento, don Antonio Ojeda, expresaba el espíritu de aquel momento en la Sesión Constitutiva: "Tenemos ante nosotros una labor gigantesca, [...] partimos también de una situación material precaria, [...] pero tenemos una gran ilusión, una voluntad política firme y un pueblo decidido a ilusionarse y luchar por su autonomía, por solucionar sus problemas y por recuperar su dignidad".

Ya desde el primer momento se iniciaron las gestiones para situar la sede definitiva en su presente ubicación, el Hospital de las Cinco Llagas. Mientras eso ocurría, el Parlamento comenzó su andadura siendo una Cámara itinerante dentro de la ciudad de Sevilla y estuvo ocupando provisionalmente diversos lugares. La constitución de la Cámara andaluza tuvo lugar, como ya se ha indicado, en los Reales Alcázares, para más tarde pasar al Palacio de la Audiencia Territorial, posteriormente a la antigua iglesia de San Hermenegildo y de ahí a su emplazamiento actual.

## Composición y funcionamiento

Composición de la cámara tras las las elecciones del 19 de abril de 2022:

| Provincias  | PP-A             |              |           | PSOE-A         |              |           | Vox            |              |           | Por Andalucía  |             |          | Adelante Andalucía |             |          | Sufragio<br>escrutado |
|---|------------------|--------------|-----------|----------------|--------------|-----------|----------------|--------------|-----------|----------------|-------------|----------|--------------------|-------------|----------|-----------------------|
|   | Votos            | %            | Escaños   | Votos          | %            | Escaños   | Votos          | %            | Escaños   | Votos          | %           | Escaños  | Votos              | %           | Escaños  |                       |
|  Almería   | 118 955          | 45,56        | 6         | 57 709         | 22,10        | 3         | 54 122         | 20,73        | 3         | 13 052         | 5,00        | 0        | 4554               | 1,74        | 0        | 263 009               |
|  Cádiz     | 219 799          | 42,47        | 8         | 108 840        | 21,03        | 3         | 68 548         | 13,24        | 2         | 38 800         | 7,50        | 1        | 41 438             | 8,01        | 1        | 522 395               |
|  Córdoba  | 172 980          | 44,66        | 7         | 91 096         | 23,52        | 3         | 48 208         | 12,45        | 1         | 38 639         | 9,98        | 1        | 13 488             | 3,48        | 0        | 392 571               |
|  Granada | 176 349          | 42,16        | 6         | 106 307        | 25,41        | 4         | 64 447         | 15,41        | 2         | 32 372         | 7,74        | 1        | 13 293             | 3,18        | 0        | 423 386               |
|  Huelva  | 91 169           | 42,70        | 6         | 58 498         | 27,40        | 4         | 27 270         | 12,77        | 1         | 13 973         | 6,54        | 0        | 8436               | 3,95        | 0        | 216 483               |
|  Jaén    | 135 771          | 42,45        | 6         | 86 686         | 27,11        | 4         | 41 049         | 12,84        | 1         | 17 875         | 5,59        | 0        | 5695               | 1,78        | 0        | 324 053               |
|  Málaga  | 306 688          | 47,02        | 10        | 135 304        | 20,74        | 4         | 88 215         | 13,52        | 2         | 52 713         | 8,08        | 1        | 24 625             | 3,78        | 0        | 658 420               |
|  Sevilla | 367 561          | 40,10        | 9         | 243 885        | 26,61        | 5         | 104 759        | 11,43        | 2         | 76 603         | 8,36        | 1        | 57 431             | 6,23        | 1        | 927 838               |
| <b>Total</b>  | <b>1 589 272</b> | <b>43,11</b> | <b>58</b> | <b>888 325</b> | <b>24,10</b> | <b>30</b> | <b>496 618</b> | <b>13,47</b> | <b>14</b> | <b>284 027</b> | <b>7,70</b> | <b>5</b> | <b>168 960</b>     | <b>4,58</b> | <b>2</b> | <b>3 728 155</b>      |

\*Fuente: Wikipedia. Consultada el 20/08/2022.

A continuación, vamos a mostrar los diferentes órganos de los que se compone el parlamento:

### La Mesa:

Es el órgano rector de la Cámara, a la que representa en los distintos actos a los que asista. Organiza el trabajo interno del Parlamento y decide acerca de la tramitación de las diferentes alternativas que se proponen.

### Mesa del Parlamento de Andalucía (XI legislatura)

| Cargo                         | Titular                         | Partido  |
|-------------------------------|---------------------------------|--|
| Presidente                    | Jesús Ramón Aguirre Muñoz       |  PP-A   |
| Vicepresidenta primera        | Ana María Mestre García         |  PP-A   |
| Vicepresidenta segunda        | Irene García Macías             |  PSOE-A |
| Vicepresidenta tercera        | María Mercedes Rodríguez Tamayo |  VOX    |
| Secretario primero            | Manuel Andrés González Rivera   |  PP-A   |
| Secretario segundo            | Noel López Linares              |  PSOE-A |
| Secretario tercero            | José Ramón Carmona Sánchez      |  PP-A   |
| Letrado Mayor del Parlamento* | Ángel Marrero García-Rojo       |  |

(\*) Con voz, pero sin voto.

\*Fuente: Wikipedia. Consultada el 20/08/2022.


### Grupos Parlamentarios:

Hace referencia a agrupaciones de diputados ideológicamente afines que se constituyen con el objetivo de presentar una posición común en los asuntos que se debaten y votan en el Parlamento. Normalmente están integrados por los diputados pertenecientes a un mismo partido político.

Estos grupos son los grandes protagonistas de la vida parlamentaria al conformar la composición de los distintos órganos, así como la presentación de iniciativas y en el uso de la palabra.

Tenemos la excepción de que pueden existir diputados que no formen parte de ningún Grupo Parlamentario, a los que se les denomina diputados no adscritos.

### Grupos parlamentarios del Parlamento de Andalucía (XII legislatura)

| Grupo parlamentario  | Componentes  | Portavoz            | Líder          | Escaños |
|--|--|---------------------|----------------|---------|
|  Popular de Andalucía |  Partido Popular Andaluz                        | Antonio Martín      | Juanma Moreno  | 58      |
|  Socialista           |  Partido Socialista Obrero Español de Andalucía | Ángeles Férriz      | Juan Espadas   | 30      |
|  VOX en Andalucía     |  VOX  | <i>Por designar</i> | Rodrigo Alonso | 14      |
|  Por Andalucía        |  Por Andalucía                                  | Inmaculada Nieto    |                | 5       |
|  Mixto                |  Adelante Andalucía                             | Teresa Rodríguez    |                | 2       |

Fuente: Parlamento de Andalucía<sup>19</sup>

\*Fuente: Wikipedia. Consulta el 20/08/2022.

### La Junta de Portavoces:

Es un órgano constituido por los portavoces de los diferentes Grupos Parlamentarios. La convocatoria de estos corresponde al presidente o presidenta del Parlamento.

### Junta de Portavoces del Parlamento de Andalucía (XII legislatura)

| Cargo   | Titular                              | Lista  |
|---|--------------------------------------|--|
| <b>Presidente</b>                             | Jesús Ramón Aguirre Muñoz            |  PP-A   |
| <b>Vicepresidenta primera</b>                 | Ana María Mestre García              |  PP-A   |
| <b>Vicepresidenta segunda</b>                 | Irene García Macías                  |  PSOE-A |
| <b>Vicepresidenta tercera</b>                 | María Mercedes Rodríguez Tamayo      |  VOX    |
| <b>Secretario primero</b>                     | Manuel Andrés González Rivera        |  PP-A   |
| <b>Secretario segundo</b>                     | Noel López Linares                   |  PSOE-A |
| <b>Secretario tercero</b>                     | José Ramón Carmona Sánchez           |  PP-A   |
| <b>Letrado Mayor del Parlamento*</b>          | Ángel Marrero García-Rojo            |  |
| <b>Portavoces titulares</b>                   |                                      |  |
| Portavoz del <b>GP Popular de Andalucía</b>   | Antonio Martín Iglesias              |  PP-A   |
| Portavoz del <b>GP Socialista</b>             | María de los Ángeles Férriz Gómez    |  PSOE-A |
| Portavoz del <b>GP Vox en Andalucía</b>       | <i>Por designar</i>                  |  VOX    |
| Portavoz del <b>GP Por Andalucía</b>          | Inmaculada Nieto Castro              |  PorA   |
| Portavoz del <b>GP Mixto</b>                  | María Teresa Rodríguez-Rubio Vázquez |  AA     |
| (*) <i>Con voz, pero sin voto.</i>            |                                      |  |
| Fuente: Parlamento de Andalucía <sup>20</sup> |                                      |  |

\*Fuente: Wikipedia. Consulta el 20/08/2022.

### Las comisiones:

Son órganos parlamentarios que conocen de los proyectos o asuntos que se le encomienden de acuerdo con su respectiva competencia. Están formadas por los miembros que designen los grupos Parlamentarios en el número que indique la Mesa, oída la Junta de Portavoces. Pueden ser permanentes y no permanentes.

| Comisiones del Parlamento de Andalucía                            |                              |  |
|---|------------------------------|--|
| Comisión  | Presidencia                  | Grupo  |
| <b>Comisiones permanentes legislativas</b>                        |                              |  |
| Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible             | Virginia Pérez Galindo       |  PP-A           |
| Cultura y Patrimonio Histórico                                    | Ana Gil Román                |  VOX            |
| Desarrollo Estatutario  | María Josefa Sánchez Rubio   |  PSOE-A         |
| Educación y Deporte   | Francisco José Palacios Ruiz |  PP-A           |
| Empleo, Formación y Trabajo Autónomo                              | Alfonso Candón Adán          |  PP-A           |
| Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio             | Juan María Cornejo López     |  PSOE-A         |
| Hacienda y Financiación Europea                                   | Rosa Aguilar Rivero          |  PSOE-A         |
| Igualdad, Políticas Sociales y Conciliación                       | María Mar Hormigo León       |  Ciudadanos     |
| Presidencia, Administración Pública e Interior                    | Adolfo Manuel Molina Rascón  |  PP-A           |
| Salud y Familias  | María del Mar Sánchez Muñoz  |  Ciudadanos     |
| Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades | Carmen Barranco García       |  Unidas Podemos |
| Turismo, Regeneración, Justicia y Administración Local            | Carlos Hernández White       |  Ciudadanos     |
| <b>Comisiones permanentes no legislativas</b>                     |                              |  |
| Consultiva de Nombramientos, Relaciones con el DPA y Peticiones   | Jesús Ramón Aguirre Muñoz    |  PP-A           |
| Asuntos Europeos  | Juan Pablo Durán Sánchez     |  PSOE-A         |
| Control de la RTVA y de sus Sociedades Filiales                   | Ana María Llopis Barrera     |  Ciudadanos     |
| Reglamento  | Jesús Ramón Aguirre Muñoz    |  PP-A           |
| Seguimiento y Control Financiación Partidos Políticos             | Jesús Fernández Martín       |  Unidas Podemos |
| Estatuto de los Diputados   | Carmen Céspedes Senovilla    |  PP-A           |

\*Fuente: Wikipedia. Consulta el 20/08/2022.

### Diputados

El Parlamento de Andalucía está compuesto actualmente por 109 diputados, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 17 de la Ley 1/1986, del 2 de enero, Electoral de Andalucía.

El Parlamento de Andalucía tiene asignada entre sus funciones la designación de 9 senadores que representarán a la Comunidad Autónoma en las Cortes. Los senadores son designados en proporción al número de miembros de cada Grupo parlamentario.

### 3. EL PODER DE UN ELECTOR

La idea de este apartado es la de medir el poder de un elector según su circunscripción y los diputados asignados a ellas. Para ello, consideramos un juego de voto ponderado en el que los jugadores son las circunscripciones, con un peso igual al número de diputados que les corresponde. A continuación, consideramos los cocientes entre los índices de poder de Banzhaf y Shapley-Shubik y la población de cada circunscripción.

Sea el juego de votación ponderada para la elección de diputados para el Parlamento  $v = [q; v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8]$  en el que hay tantos jugadores como circunscripciones, donde  $v_i$  es el número de diputados de la circunscripción  $i$  y la cuota es

$$q = 1 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 v_i$$

Es decir, una coalición es ganadora si tiene mayoría simple de diputados. Se supone que los diputados obedecen a la disciplina del partido al que pertenecen.

Nos preguntamos cuál es el poder de cada circunscripción, una vez conocidos los valores de  $v_i$ . Para responder a esta pregunta podemos calcular el índice de poder Banzhaf normalizado  $\rho_i(v)$  o el índice de poder Shapley-Shubik  $\Phi_i(v)$  correspondiente a este juego de votación.

También, más que el poder de cada circunscripción es interesante conocer el poder de un elector por cada una de las 4 provincias. Esto lo haremos usando dos indicadores, que llamaremos  $\eta_i$  y  $\xi_i$ ; que obtendremos dividiendo los índices de poder  $\rho_i(v)$  y  $\Phi_i(v)$  entre la población  $p_i$  de cada circunscripción. Es decir:

$$\eta_i(v) = \frac{\rho_i(v)}{p_i}, \xi_i(v) = \frac{\Phi_i(v)}{p_i}$$

Nuestro juego sería entonces  $v =$

$[55; A(12), C(15), CO(12), G(13), H(11), J(11), M(17), S(18)]$ ;

Calculamos a continuación los índices de Banzhaf normalizado y de Shapley Shubik. Los jugadores serán Almería (1), Cádiz (2), Córdoba (3), Granada (4), Huelva (5), Jaén (6), Málaga (7) y Sevilla (8)

$$B_1(x) = (1 + x^{15})(1 + x^{12})(1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{11})(1 + x^{17})(1 + x^{18}), \rho_1(v) \\ = \sum_{i=43}^{54} d_i^1 = 28$$

$$B_2(x) = (1 + x^{12})(1 + x^{12})(1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{11})(1 + x^{17})(1 + x^{18}), \rho_2(v) \\ = \sum_{i=40}^{54} d_i^2 = 48$$

$$B_3(x) = (1 + x^{12})(1 + x^{15})(1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{11})(1 + x^{17})(1 + x^{18}), \rho_3(v) \\ = \sum_{i=43}^{54} d_i^1 = 28$$

$$B_4(x) = (1 + x^{12})(1 + x^{15})(1 + x^{12})(1 + x^{11})(1 + x^{11})(1 + x^{17})(1 + x^{18}), \rho_4(v) \\ = \sum_{i=42}^{54} d_i^1 = 28$$

$$B_5(x) = (1 + x^{12})(1 + x^{15})(1 + x^{12})(1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{17})(1 + x^{18}), \rho_5(v) \\ = \sum_{i=44}^{54} d_i^1 = 24$$



$$B_6(x) = (1 + x^{12})(1 + x^{15})(1 + x^{12})(1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{17})(1 + x^{18}), \rho_6(v) \\ = \sum_{i=44}^{54} d_i^1 = 24$$

$$B_7(x) = (1 + x^{12})(1 + x^{15})(1 + x^{12})(1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{11})(1 + x^{18}), \rho_7(v) \\ = \sum_{i=38}^{54} d_i^1 = 48$$

$$B_8(x) = (1 + x^{12})(1 + x^{15})(1 + x^{12})(1 + x^{13})(1 + x^{11})(1 + x^{11})(1 + x^{17}), \rho_8(v) \\ = \sum_{i=37}^{54} d_i^1 = 52$$

### Índice de Banzhaf normalizado:

El total de swings es  $\rho(v) = 285$  y por tanto

$$\rho(v) = \left( \frac{28}{285}, \frac{48}{285}, \frac{28}{285}, \frac{28}{285}, \frac{24}{285}, \frac{24}{285}, \frac{48}{285}, \frac{52}{285} \right) = (0.098, 0.1684, 0.098, 0.098, 0.0851, 0.0851, 0.1684, 0.1824)$$

### Índice de Shapley-Shubik

Usamos en primer lugar la función generatriz  $S_i(x, z) = \prod_{j=1, j \neq i}^n (1 + x^{v_j} z)$

$$S_1(x) = (1 + x^{15}z)(1 + x^{12}z)(1 + x^{13}z)(1 + x^{11}z)(1 + x^{11}z)(1 + x^{17}z)(1 + x^{18}z).$$

Buscamos los monomios con exponente entre 7 y 19 en  $x$  y construimos la función  $g_1(z)$ .

Esta es:  $g_1(z) = 14z^2 + 7z$ . Luego  $d_1^1 = 7, d_1^2 = 14$ . El resto es cero. Por tanto

$$\Phi_1(v) = \sum_{j=0}^7 \frac{j!(n-j-1)!}{n!} d_j^1 = 7 \frac{1 \cdot 6!}{8!} + 14 \frac{2!5!}{8!} \sim \frac{1}{10}$$

Hacemos lo mismo con el resto y nos resulta  $(0.1, 0.17, 0.1, 0.1, 0.09, 0.09, 0.17, 0.18)$

Calculamos a continuación  $\eta_i(v) = \frac{\rho_i(v)}{p_i}, \xi_i(v) = \frac{\Phi_i(v)}{p_i}$

La población andaluza se distribuye como

| Almería | Cádiz     | Córdoba | Granada | Huelva  | Jaén    | Málaga    | Sevilla   | Andalucía |
|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 731.792 | 1.245.960 | 776.789 | 921.338 | 525.835 | 627.190 | 1.695.651 | 1.947.852 | 8.472.407 |

Mostramos, a continuación, los valores de ambos índices:

Tabla 1: Valores de ambos índices según población

|         | $\eta_i(v) = \frac{\rho_i(v)}{p_i} \times 10^4$ | $\xi_i(v) = \frac{\Phi_i(v)}{p_i} \times 10^4$ |
|---------|---|--|
| Almería | 1,36  | 1,36   |
| Cádiz   | 1,37  | 1,44   |
| Córdoba | 1,26  | 1,29   |
| Granada | 1,06  | 1,08   |
| Huelva  | 1,62  | 1,72   |
| Jaén    | 1,35  | 1,43   |
| Málaga  | 0,99  | 1,00   |
| Sevilla | 0,93  | 0,92   |

Observamos dos consecuencias principales:

**La primera** es que hay mucha homogeneidad en los índices; no hay provincias que destaquen. De hecho ambos índices también son muy similares.

**La segunda** es que hay tres provincias que destacan de las demás por su población (Cádiz, Málaga y Sevilla) pero curiosamente las dos últimas tienen el índice de poder de voto más bajo. Parece claro entonces que se beneficia más a las provincias con menos población. Este no es el caso de la provincia de Cádiz que tiene un índice de poder alto en proporción a su población y es la tercera en habitantes. Esto es debido a que tiene un número de swings muy elevado.

Como consecuencia parece un poco extraño la igualdad de poder con la desigualdad de población.

Una vez calculados los indicadores,  $\eta_i(v) = \frac{\rho_i(v)}{p_i}$ ,  $\xi_i(v) = \frac{\Phi_i(v)}{p_i}$ , interesa conocer la desviación típica de los mismos. La desviación típica de una distribución de probabilidad, en el caso de que los datos  $x_i$  estén agrupados por frecuencias  $n_i$  con  $i \in N$ , viene dada por

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i \in N} n_i} \sum_{i \in N} n_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Si consideramos que  $x_i = \eta_i$ ,  $n_i = p_i$  y  $n = 8$ , para una distribución de 190, tenemos

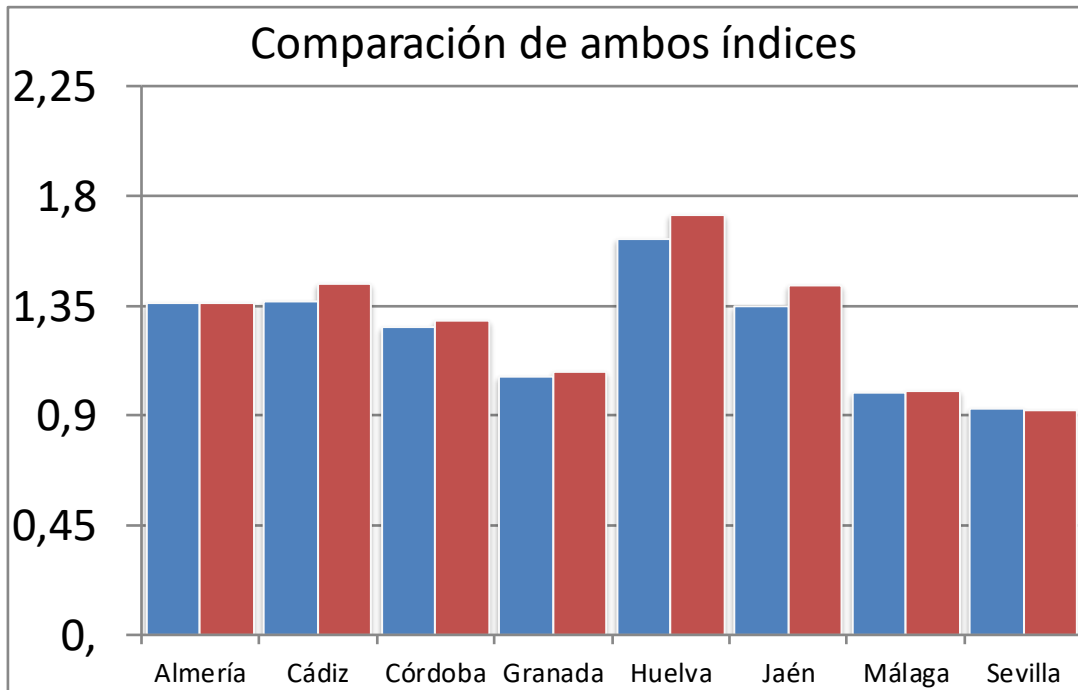
$$\sigma(\eta) = 4,7 \times 10^{-3}$$

Análogamente, si  $x_i = \xi_i$  tenemos

$$\sigma(\xi) = 1,7 \times 10^{-3}$$

Ambas desviaciones típicas son aceptables para los dos índices. La distribución tiene poca dispersión y eso garantiza la robustez del resultado.

Gráfica 1: Comparación de ambos índices.





# 4. EL PODER DE UN VOTANTE EN FUNCIÓN DEL P.I.B. PROVINCIAL

---

En este capítulo vamos a estudiar, al igual que en el anterior, los dos índices propuestos, pero referidos no a la población sino al P.I.B. de cada provincia.

## 4.1. P.I.B. en Andalucía

La economía andaluza es la tercera economía de España en cuanto al tamaño de su producto interior bruto<sup>6</sup> Por la renta que produce y la población que mantiene empleada, el sector terciario es el más importante. Dentro del sector primario regional hay un predominio del subsector agrícola mientras que la industria se localiza fundamentalmente en la zona occidental, la franja costera y los principales núcleos de población.

Características generales. Resumiendo, los principales rasgos de la economía andaluza son:

- Según Eurostat, Andalucía posee el peor mercado laboral de la Europa comunitaria al alcanzar en 2011 la tasa de paro más elevada de toda la UE.<sup>7</sup> En el año 2013 ese dato negativo siguió incrementándose hasta alcanzar el 36,87 % en el primer trimestre<sup>8</sup> (la media de España es del 18,91%).<sup>2</sup>
- Andalucía es la Comunidad Autónoma con mayor número de funcionarios de toda España, contando con 499.974 funcionarios en (2010). Por provincias, Sevilla es la que concentra mayor número de funcionarios de las tres administraciones públicas (local, autonómica y estatal), con 120.806. La Provincia de Sevilla acumula mayor número de funcionarios que nueve regiones y 47 provincias españolas, y concentra el 24,16 % de todos los funcionarios de la región.<sup>8</sup> El resto de los empleados públicos de la región se repartirían en Cádiz, con 80.502; Málaga, con 76.127; Granada, con 61.450; Córdoba, con 48.550; Jaén, con 41.102; Almería, con 37.806; y Huelva, con 33.631.<sup>8</sup> Sin embargo, si se observa la estadística del número total de funcionarios **en relación a la población total de la comunidad**, y según datos del ministerio de hacienda del 1 de enero de 2014, publicados en Expansión, la Comunidad Autónoma Andaluza tiene un porcentaje 5,7% de funcionarios respecto de la población. Dicho porcentaje es inferior a los de Madrid, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla-León, Extremadura o Canarias.
- En 2013, Andalucía se situaba como la comunidad autónoma con más pobres de España; uno de cada cuatro españoles pobres es andaluz. Cerca de 3,5 millones de andaluces viven en el umbral de la miseria, lo que supone más del 40 % de la población según la tasa Arope. Según la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) del Instituto Nacional de Estadística (INE), sería el 31 por ciento de los andaluces quienes viven por debajo del umbral de la pobreza y sitúan al 55 por ciento de los hogares en grave riesgo. **Balanza comercial negativa**, empeorando en los últimos años debido al peso de las importaciones de petróleo y de bienes de consumo (importaciones 14 261 Millones de euros, exportaciones 17 535 millones de euros).
- Peso decreciente del **sector primario** dentro del valor añadido bruto (VAB) andaluz, hasta situarse en un 5.5 % en 2005.
- **Excesivo peso de la construcción** (sector muy intensivo en empleo), principal responsable del crecimiento del VAB andaluz en la primera década de 2000, con una contribución de un 13 % al VAB en 2005.
- Tímido crecimiento, casi **estancamiento, de la industria** (12 % del VAB), dentro de la cual sigue teniendo gran importancia la industria agroalimentaria.
- El sector servicios supone un 62 % aproximadamente del VAB. Dentro de este sector es **especialmente importante el sector turístico**, con más de 30 millones de turistas en 2019.

## 4.2. Cálculo de los índices según el P.I.B. provincial

Tabla 2: Valores del PIB

| Año 2010 (España índice=100) |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Provincia                    | PIB precios de mercado<br>(miles €) |
| Provincia de Almería         | 12.502.629                          |
| Provincia de Cádiz           | 20.916.132                          |
| Provincia de Córdoba         | 12.863.622                          |
| Provincia de Granada         | 14.629.815                          |
| Provincia de Huelva          | 8.764.735                           |
| Provincia de Jaén            | 10.420.329                          |
| Provincia de Málaga          | 28.042.595                          |
| Provincia de Sevilla         | 34.381.913                          |
| Andalucía                    | 71.260.471                          |

En este caso la cuota es la suma de las cantidades, es decir, el P.I.B. total. Luego de calcularlos tenemos que:

El índice de Banzhaf normalizado es:

$$\rho(x) = (0.084, 0.146, 0.084, 0.1, 0.038, 0.084, 0.207, 0, 253)$$

Respecto al índice de Shapley-Shubik:

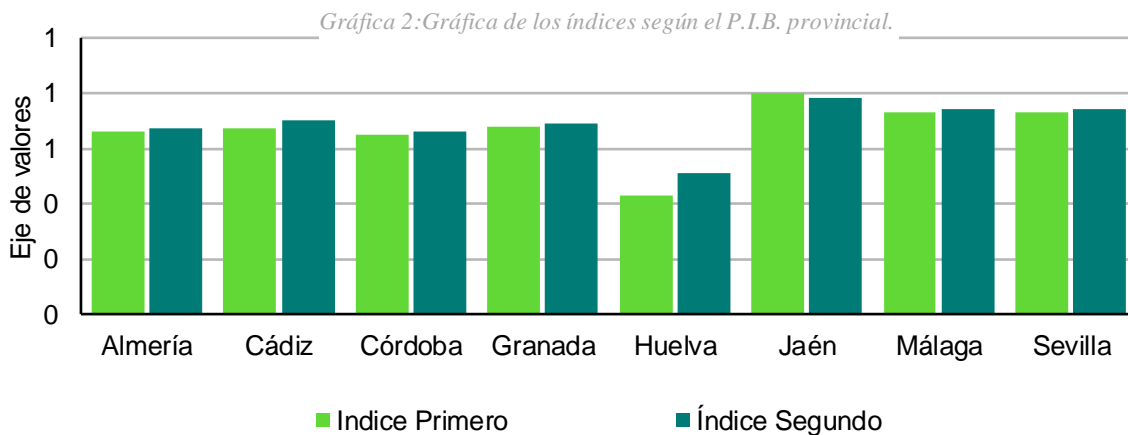
$$\Phi(x) = (0.08, 0.14, 0.08, 0.1, 0.04, 0.08, 0.22, 0.26)$$

Tomando como  $p_i$  el P.I.B. provincial podemos calcular nuestros índices. En la siguiente tabla reflejamos estos cálculos.

Tabla 3: Tabla de los índices según el P.I.B. provincial.

|                | $\eta_i(v) = \frac{\rho_i(v)}{p_i} \times 10^6$ | $\xi_i(v) = \frac{\Phi_i(v)}{p_i} \times 10^6$ |
|----------------|---|--|
| <b>Almería</b> | 0,64  | 0.67   |
| <b>Cádiz</b>   | 0.67  | 0.7  |
| <b>Córdoba</b> | 0.65  | 0.66   |
| <b>Granada</b> | 0.68  | 0.69   |
| <b>Huelva</b>  | 0.43  | 0.51   |
| <b>Jaén</b>    | 0.8   | 0.78   |
| <b>Málaga</b>  | 0.73  | 0.74   |
| <b>Sevilla</b> | 0.73  | 0.74   |

En la tabla anterior vuelve a apreciarse que apenas hay diferencias entre ambos índices.



$$\eta(x)$$

$$\xi(x)$$

Se observan también dos hechos significativos:

**Primero:** no hay una diferencia sustancial entre los índices, quizá el único el de la provincia de Huelva.

**Segundo:** Aunque Sevilla y Málaga tienen el mayor P.I.B. y tienen índice alto, son superadas por Jaén que, aunque tiene poco P.I.B. les gana en poder de voto.





## 5. COMPARACIÓN CON OTROS ÍNDICES

---

El partido que menos sufragios ha necesitado para obtener una representación en el Parlamento de Andalucía ha sido el PSOE, al que le han servido 14.525 votos para conseguir cada uno de los cuatro escaños que ha logrado en Huelva. En el polo opuesto, Por Andalucía ha requerido casi 76.000 votos para hacerse con un único diputado por Sevilla.

Los socialistas han reducido el coste de sus escaños en Almería, Granada, Huelva, Jaén y Málaga, pero les han resultado más caros en Córdoba, Sevilla y Cádiz. Por su parte, el partido liderado por Inmaculada Nieto ha necesitado más votos para conseguir representación en Cádiz, Córdoba, Málaga y Sevilla, donde el coste de su único escaño ha repuntado un 81%.

"Una persona, un voto", esa es la máxima por la que teóricamente se rigen las democracias. Sin embargo, **ese voto no se traduce siempre en una papeleta con el mismo valor**. En España, por ejemplo, debido al sistema electoral, no es igual el voto de un residente en Barcelona que el de una persona que vive en Cuenca.

Los **votos necesarios para conseguir un escaño en el Parlamento** varían en función de la circunscripción electoral (la provincia) y el número de diputados que se eligen en cada una de ellas, según el sistema electoral, que en el caso de las elecciones generales se rige por la Ley Orgánica del Régimen Electoral General (LOREG).

El origen de esta norma se remonta a 1985, aunque desde entonces ha sufrido algunas modificaciones. No obstante, siguen siendo muchas las voces que abogan por su reforma para **conseguir que el sistema electoral sea más proporcional**.

Esto es así porque, pese a que el sistema electoral español es supuestamente proporcional, en realidad **se aplica con una circunscripción provincial que genera 'distorsiones'**.

¿Por qué ocurre esto? La razón radica en el **sistema electoral**, que establece que cada provincia tenga un mínimo de dos diputados, más uno para la ciudad autónoma de Ceuta y otro para la de Melilla. De esta forma, quedan ya asignados 102 escaños. Mientras, los restantes 248 representantes de la Cámara Baja se asignan en base a parámetros que se establecen a partir de la población con derecho a voto en estas provincias. Se trata de un reparto de escaños diferente en cada convocatoria electoral.

No obstante, el número de escaños elegido por cada provincia y ciudad autónoma no es proporcional al número de habitantes de cada territorio, lo que quiere decir que **las provincias más deshabitadas tienen más escaños de lo que les correspondería por población** y viceversa.

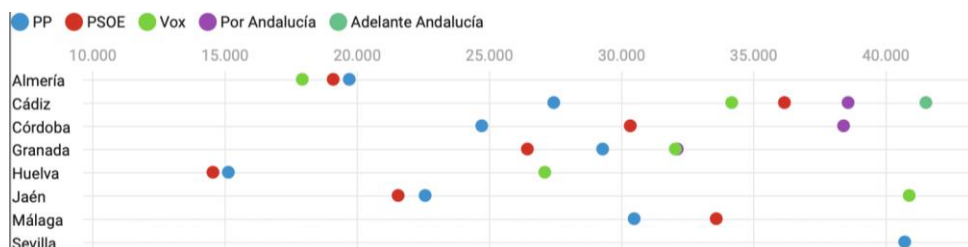
Así por ejemplo, en las elecciones generales de 2016 se asignó un rango de escaños provincial que osciló entre los 2 diputados -el mínimo establecido por ley- que se eligieron para la provincia de Soria y los 36 de la de Madrid. De esta forma, **el 'coste' en votos de los escaños fue muy distinto** para los partidos que concurrieron en estas dos provincias.

Las **cifras que se dieron en las últimas elecciones generales de 2016** no dejan lugar a dudas sobre esta 'distorsión': los 3,46 millones de votantes de Madrid eligieron a 36 diputados en las elecciones de 2016 (96.272 votos por escaño) mientras que los 49.993 de Soria eligieron a dos (24.809 por diputado)

Una de las claves de nuestra ley electoral es que utiliza el **sistema d'Hondt**, un método de cálculo

proporcional creado a finales del siglo XIX por el jurista belga Victor d'Hondt. Conforme a este sistema, en cada circunscripción se excluye primero a las candidaturas que no hayan obtenido, al menos, el 3 por ciento de los votos válidos emitidos.

Para el reparto de los escaños entre los partidos que sí superan este umbral, se divide el número total de votos que ha recibido una formación por 1, 2, 3, 4, 5, etc. hasta llegar al número de **cargos electos** que se disputan en cada circunscripción. De todos los resultados obtenidos, se asignan los 'sillones' a los candidatos que hayan obtenido las cifras más altas, independientemente del partido que sean.



Usando la tabla anterior podemos usar el coste proporcional de un voto por partido. Por ejemplo:

Almería y PP tendrían como coste proporcional del voto  $20000 / (20000 + 16000 + 19000) = 0,36$

Cádiz y PP tendrían como costra proporcional del voto  $27000 / (27000 + 34000 + 36000) = 0,27$

Córdoba y el PP tendrían como coste proporcional del voto  $25 / 110 = 0,22$

Granada y el PP tendrían como coste proporcional del voto  $30 / 90 = 0,33$

Huelva y el PP tendrían como coste proporcional del voto  $14 / (14 + 15 + 27) = 0,19$

Jaén y el PP  $23 / (22 + 23 + 41) = 0,26$

Málaga y el PP  $30 / 104 = 0,29$

Sevilla y el PP 0,33.

Gráfica 3: Comparativa del valor de un voto y los índices de poder poblacional y P.I.B.

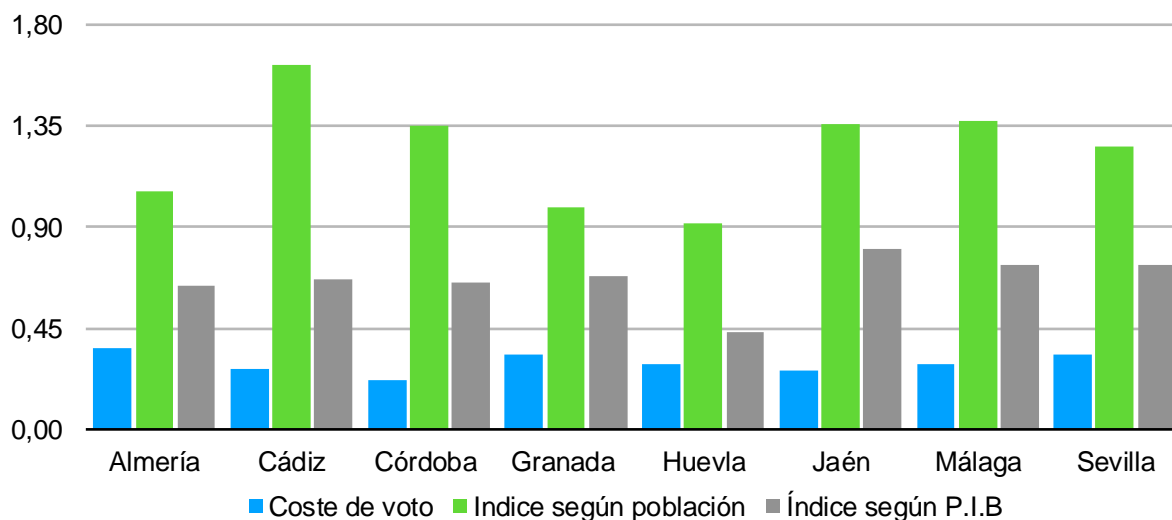


Tabla 4: Resumen valores índices

|                | Coste de voto | Índice según población | Índice según P.I.B |
|----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| <b>Almería</b> | 0,36          | 1,36                   | 0,64               |
| <b>Cádiz</b>   | 0,27          | 1,37                   | 0,67               |
| <b>Córdoba</b> | 0,22          | 1,26                   | 0,65               |
| <b>Granada</b> | 0,33          | 1,06                   | 0,68               |
| <b>Huelva</b>  | 0,29          | 1,62                   | 0,43               |
| <b>Jaén</b>    | 0,26          | 1,35                   | 0,80               |
| <b>Málaga</b>  | 0,29          | 0,99                   | 0,73               |
| <b>Sevilla</b> | 0,33          | 0,92                   | 0,73               |

Este hecho nos permite relacionar los datos anteriores con los índices de poder calculados para hacer un único índice de poder que sea media de los anteriores.

El índice de poder de voto en Almería sería  $(0,36+1,36+0,64)/3=0.79$

El índice de poder de voto en Cádiz sería  $(0,27+1,37+0,67)/3=0.77$

El índice de poder de voto de Córdoba sería  $(0,22+1,26+0,65)/3=0.71$

El índice de poder de voto de Granada sería  $(0,33+1,06+0,68)/3=0.69$

El índice de poder de voto de Huelva sería  $(0,29+1,62+0,43)/3=0.78$ .

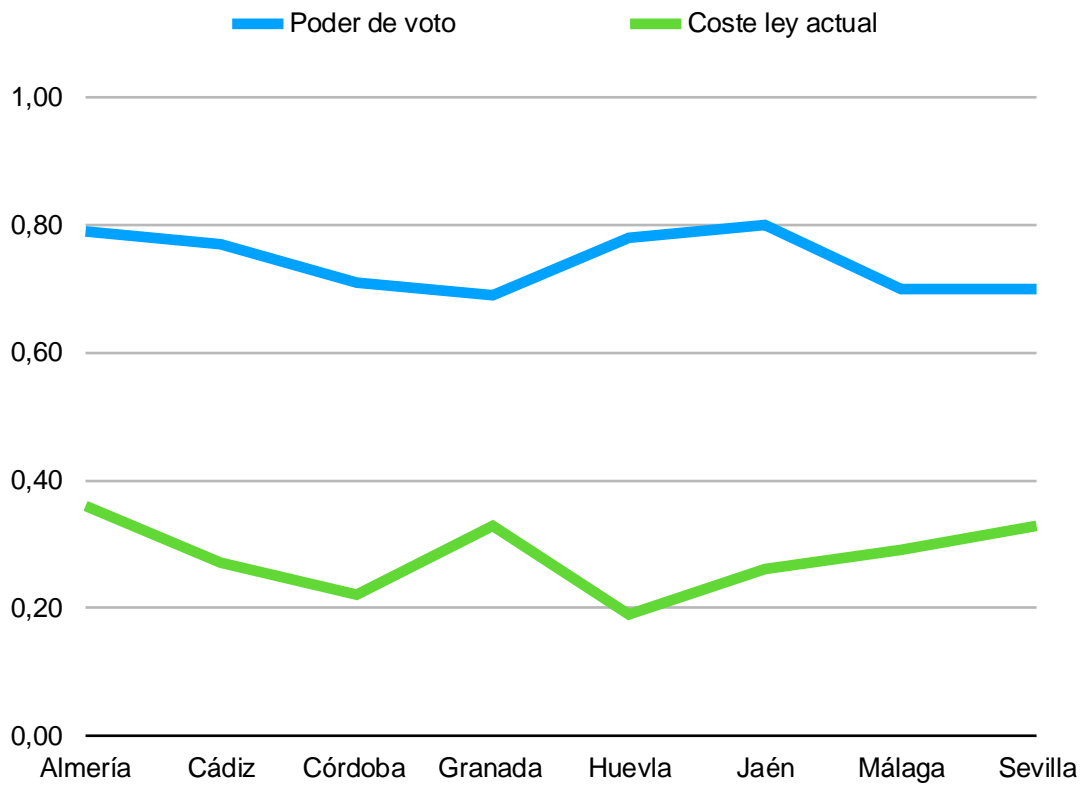
El índice de poder de voto de Jaén sería  $(0,26+1,35+0,80)/3=0.80$ .

El índice de poder de voto de Málaga sería  $(0,29+0,99+0,73)/3=0.70$ .

El índice de poder de voto de Sevilla sería  $(0,33+0,92+0,73)/3=0.70$ .

Este sistema parece mucho más homogéneo que el sistema actual. Realmente es suavizado al integrar los dos nuevos índices de poder, Banzhaf y Shapley-Shubik. No hay grandes diferencias entre un votante de Granada y otro de Sevilla. Se acercaría más a la idea de 1 hombre un voto. De hecho, el recorrido de la gráfica del índice es de 0,10 y el de la gráfica del coste del voto es de 0,22.

Gráfica 4: Comparativa entre el índice de poder y el poder del voto.





# REFERENCIAS

---

- [1] The power of an elector in the Spanish parliament: A study compared with power indices  
Julio R Fernández, Inés Gallego, Andrés Jiménez-Losada. *Asian Journal of Comparative Politics*.
- [2] Wikipedia: composición e historia del Parlamento Andaluz.
- [3] Bilbao JM (1994) Ley Electoral y sistema de partidos en España. *Revista de Estudios Políticos* 85: 313–321.
- [4] Bilbao JM, Fernández JR, Jiménez-Losada A, et al. (2000) Generating functions for computing power indices efficiently. *TOP* 8: 191–213.
- [5] Bilbao JM, Fernández JR, Jiménez N, et al. (2002) Voting power in the European Union enlargement. *European Journal of Operational Research* 143: 181–196.
- [6] Fernández JR (2000) Complejidad y algoritmos en juegos cooperativos. PhD Thesis, University of Seville, Spain.
- [7] Holler MJ (1982) *Power, Voting, and Voting Power*. Heidelberg: Physica-Verlag Heidelberg.
- [8] Fernández-Miranda, A (2009) Reflexiones sobre una improbable reforma del sistema electoral del congreso de los diputados. *Revista de Derecho Político* 74: 19–46.



# GLOSARIO

---

|   |   |
|---|---|
| ISO: International Organization for Standardization | 4 |
| UNE: Una Norma Española                             | 4 |