



EconoQuantum

ISSN: 1870-6622

ISSN: 2007-9869

Universidad de Guadalajara

Larios Ferrer, José Leonel; Helú Jiménez, Alejandro Montúfar; Reyes García, Juan Carlos  
Análisis del poder de decisión de los principales Grupos de Interés Económico (GIEs) dentro  
del mercado mexicano de las gasolinas y el diésel con información hasta octubre del 2021

EconoQuantum, vol. 20, núm. 1, 2023, Enero-Junio, pp. 101-126  
Universidad de Guadalajara

DOI: <https://doi.org/10.18381/eq.v20i1.7266>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125075173005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

## Análisis del poder de decisión de los principales Grupos de Interés Económico (GIEs) dentro del mercado mexicano de las gasolinas y el diésel con información hasta octubre del 2021

Analysis of the decision-making power of the main Economic Interest Groups (GIEs) within the Mexican gasoline and diesel market with information up to October 2021

### Resumen

**Objetivo:** Analizar el poder de decisión de los principales Grupos de Interés Económico (GIEs) dentro del mercado mexicano de las gasolinas y el diésel al mes de octubre del 2021.

**Metodología:** Tomando en cuenta a 20 principales GIEs, se aplica la teoría de juegos y simulaciones en *Scilab* para determinar los elementos del juego generado en dicho mercado.

**Resultados:** Se encuentra una gran cantidad y diversidad de maneras que las GIEs tienen para formar parte de un grupo dominante en dicho mercado, donde los grupos pequeños pueden tener relevancia. Además, se encuentra que la estabilidad de las alianzas depende de la solidez de la misma y sus condiciones iniciales.

**Limitaciones:** Sólo se analizan los 20 principales GIEs del mercado mexicano de las gasolinas y el diésel.

**Originalidad y valor:** No se encontró en la literatura algún trabajo que aplicara la teoría de juegos para analizar este tipo de mercados. La importancia de hacer este tipo de estudios radica en conocer los posibles escenarios donde una coalición de GIEs puede tener un control parcial del mercado de estos petrolíferos.

**Conclusiones:** Este tipo de estudios puede coadyuvar a la toma de decisiones por parte de las empresas dentro de dicho mercado y por parte del gobierno, en su papel de agente regulador.

**Palabras clave:** Juego de Mayoría Ponderada Grupal (JMPG), Juego en Diferencias (JD), Simulaciones en *Scilab*, Grupos de Interés Económico (GIEs), Mercado Mexicano de las Gasolinas y el Diésel.

**Clasificación JEL:** C71, C88, D71, D72, H10, L22, L71.

José Leonel Larios Ferrer\*

Alejandro Montufar Helu Jiménez\*\*

Juan Carlos Reyes García\*\*\*

### Abstract

**Objective:** Analyze the decision-making power of the main Economic Interest Groups (GIEs) within the Mexican gasoline and diesel market as of October 2021.

**Methodology:** Taking into account 20 main GIEs, game theory and simulations are applied in *Scilab* to determine the elements of the game generated in said market.

**Results:** There is a great number and diversity of ways that GIEs have to be part of a dominant group in said market, where small groups can have relevance. In addition, it is found that the stability of the alliances depends on its solidity and its initial conditions.

**Limitations:** Only the 20 main GIEs of the Mexican gasoline and diesel market are analyzed.

**Originality and value:** No work was found in the literature that applied game theory to analyze these types of markets. The importance of doing this type of study lies in knowing the possible scenarios where a coalition of GIEs may have partial control of the market for these oil products.

**Conclusions:** This type of study can contribute to decision-making by companies within said market and by the government, in its role as regulatory agent.

**Keywords:** Group Weighted Majority Game (GWMG), Difference Game (DG), *Scilab* Simulations, Economic Interest Groups (EIGs), Mexican Gasoline and Diesel Market.

**JEL classification:** C71, C88, D71, D72, H10, L22, L71.

\* José Leonel Larios Ferrer. Universidad Politécnica de la Energía. México. Correo: lariosleoster@gmail.com

\*\* Alejandro Montufar Helu Jiménez. PETROIntelligence, México. Correo: amontufarhelu@petrointelligence.com

\*\*\* Juan Carlos Reyes García. Universidad Politécnica de la Energía. México. Correo: juan.reyes@upenergia.edu.mx

## Introducción

Esta investigación es una primera aproximación de un estudio del mercado mexicano de gasolinas y diésel mediante tópicos de la teoría de juegos. Si bien, este mercado sigue una determinada competencia entre las empresas que ofertan este tipo de combustibles, cuyos dueños son los Grupos de Interés Económico (GIEs), se presta para hacer alianzas entre ellas. Un análisis con la teoría de juegos puede ser plausible al poder dar a conocer a las empresas las diferentes formas en que se puede participar en dicho mercado y conocer *a priori* el grado de su poder de decisión dentro de una determinada coalición. La formulación de este tipo de juegos puede ser planteada con la teoría de juegos cooperativos, específicamente con los Juegos de Mayoría Ponderada (JMP) los cuales son un caso particular de los juegos simples. En la literatura, usualmente a este tipo de tópicos se les coloca dentro del Análisis de Estabilidad de Coaliciones (AEC), misma que se aborda desde la teoría económica con la Nueva Economía Política (NEP).<sup>1</sup>

La Comisión Federal de Competencia (COFECE) es una de las instituciones que se encarga de vigilar y normar los mercados en México. Dicha institución surgió como un organismo autónomo

encargado de aplicar la Ley Federal de Competencia Económica (LFCE), ley surgida desde junio de 1993; dicha ley reglamentaria del artículo 28 constitucional en materia de competencia económica y monopolios pretende proteger el proceso de competencia y libre concurrencia. Fue hasta el 2013 con la nueva LFCE que la COFECE tomó autonomía (Sánchez-Ugarte et al., 2004).

En la actualidad, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) es la responsable de regular el mercado mexicano de gasolinas y diésel.<sup>2</sup> En la Ley de Ingresos de la Federación (LIF) 2017 se estableció que la CRE, en coordinación con la COFECE, determinaría el ritmo de la liberalización de los precios en las distintas regiones del país durante 2017 y 2018 (Miranda-Hernández y Gutiérrez-Rodríguez, 2017).<sup>3</sup>

Después de la liberalización, el precio al público se podía fijar como lo determinara el gasolinero; sin embargo, dicha libertad estaba limitada por la estructura del mercado, debido a que Petróleos Mexicanos (PEMEX) seguía siendo el mayor suministrador al tener a su disposición la mayor parte de la infraestructura de importación, transporte (ductos) y almacenamiento. Al respecto, el precio de venta al público se determinaba por cuatro elementos básicos: i) el precio mayorista de PEMEX (el costo de suministro que paga la estación de servicio); ii) los impuestos aplicables (como el IEPS y el IVA, a nivel federal);<sup>4</sup> iii) el costo de la logística de última milla (costo por transpor-

1 Muchos de los autores de la NEP pertenecen también a la teoría de Elección Pública, la cual a grandes rasgos estudia el comportamiento del gobierno y de los electores con un análisis de carácter positivo. El AEC se discute más adelante en una de las secciones de este trabajo. Algunos autores han hecho aportaciones importantes con modelos de teoría de juegos para explicar la competencia electoral (ver los trabajos de Przeworski (1991), Hunter (1998) y Geddes (1991)). También se ha usado la teoría de juegos para estudiar los parlamentos como es el caso de los trabajos de Carreras (1992), Carreras y Owen (1995), Riker (2001), Nacif- Hernández (2003), Benton (2007), Rodríguez-Carrillo y Santacruz-Fernández (2016) y Hernández y Venegas (2017).

2 Estrictamente, la CRE regula y la COFECE vigila, aunque esta última también regula de manera ex post y de manera particular; la CRE lo hace de forma general.

3 En el caso de los combustibles, la Reforma Energética de 2013, establecía la apertura del mercado al capital privado en dos ámbitos: la instalación de estaciones de servicio y la importación de gasolinas, diésel y otros petrolíferos por parte de privados (Gutiérrez-Rodríguez, 2017).

4 Impuesto Especial sobre Producción y Servicios.

tar en ruedas la gasolina y/o el diésel de la TAR<sup>5</sup> hasta la estación de servicio), y iv) el margen de ganancia bruta de la estación de servicio por el servicio *per se* de expendio al público.

No obstante, en los últimos años, se ha observado mayor diversidad en el suministro con la presencia de importadores y comercializadores independientes a PEMEX, así como el desarrollo de terminales de almacenamiento y traspaso de petrolíferos, y la creciente presencia de transportistas por ruedas (autotanques, tractocamiones y semirremolques) y por vía férrea (carrotanques). Esta infraestructura nueva y el ímpetu de los nuevos comercializadores ha llevado al empresario gasolinero a probar otros modelos de negocio, inclusive a emprender con marcas propias e independientes. A tal grado que, al cierre de octubre del 2021, en el boletín mensual de comportamiento del mercado de PETROIntelligence [PI] (2021) se identificó a más de 260 marcas distintas a PEMEX vendidas por más de 4,400 estaciones de servicio, lo que implica que el 35 % de las estaciones en nuestro país ya no expenden combustible marca PEMEX. Además, se identificaron 280 imágenes comerciales distintas a PEMEX en más de 5,700 estaciones de servicio, reforzando la evidencia de que el nivel de competencia en este sector ha estado incrementando.

Es de mencionar que algunas de estas nuevas imágenes comerciales y marcas de combustible no han sido producto de nuevos proveedores sino de la creación de alianzas entre distintos GIEs que han perseguido aumentar su poder de negociación en la compra de su suministro y/o motivar la lealtad de los consumidores a través de marcas e imágenes asociadas a una calidad particular de servicio.

Esta diversidad en el suministro no sólo ha generado diferenciación en marcas e imágenes comerciales sino también en los niveles de precios que, a pesar de estar restringida naturalmente

por la estructura del mercado que sigue basándose en un mercado de importación, empezó a ser notable en las estaciones de servicio en un mismo mercado, llegándose a observar diferencias de hasta dos pesos.

Estas diferencias a su vez han generado un mayor nivel de competencia, donde PEMEX ha empezado a implementar una estrategia competitiva más agresiva para evitar seguir perdiendo cuota de mercado, consistente principalmente en precios de mayoreo más competitivos y descuentos más amplios.

Adicionalmente, se ha identificado que ciertos GIEs están incrementando su número de estaciones de servicio, no sólo con nuevas instalaciones sino a través de la compra y/o renta de instalaciones de otros grupos empresariales.

Dado este contexto dinámico en el sector gasolinero, el margen del empresario dependerá de las políticas empresariales de cada grupo expendedor (tipo de suministro, calidad del servicio, oferta de valor agregado, alianzas comerciales, política de expansión, entre otras), y de la presión competitiva entre estaciones de servicio en una misma área geográfica (Comisión Federal de Competencia [COFECE], 2019).

Existen algunos modelos que analizan el mercado de las gasolinas con métodos cuantitativos, ya sea por modelos econométricos o por modelos de variaciones. Por ejemplo, en el trabajo de Montero-Monsalvo et al. (2018) se estudia el mercado del petróleo y las gasolinas en México, así como los factores que los determinan, por medio de un modelo econométrico. Usando datos de 1995 a 2015, los autores encuentran que la demanda de gasolina nacional es inelástica a su precio y a la cantidad de vehículos en México, con coeficientes

5 Terminal de Almacenamiento y Reparto.

tes -0.67 y 0.71, respectivamente.<sup>6</sup> Por su parte, Perdiguero y Jiménez (2009) utilizan Mínimos Cuadrados Ordinarios y un modelo de variaciones conjeturales explicativo para analizar la competencia en un mercado minorista de gasolinas.<sup>7</sup> El trabajo presenta evidencia de que el grado de competencia promedio en el mercado de las gasolinas es bajo, a pesar de tener una cierta liberalización del mercado.

Sin embargo, no se encontraron trabajos que analicen el mercado de gasolinas y diésel usando tópicos de teoría de juegos cooperativos. Existen algunas discusiones sobre cómo con la teoría de juegos no cooperativos se puede analizar el precio mundial del petróleo, usando para ello el concepto de equilibrio de Nash y de estrategias dominantes, por ejemplo.<sup>8</sup>

La forma en cómo los diferentes GIEs pueden participar en dicho mercado puede resultar de interés para las empresas participantes por ser, aún, un mercado con un buen nivel de demanda. Según la COFECE (2019) la demanda de gasolinas y diésel tiene importantes expectativas de crecimiento, ya que se proyecta hacia 2027 un incremento anual en la demanda de gasolina regular, gasolina premium y diésel, de 1.6 %, 1.2 % y 2.3 %, respectivamente.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación es analizar el poder de decisión que tienen los principales GIEs dentro del mercado mexicano de las gasolinas y diésel, usando para ello datos al mes de octubre del 2021, tópicos especiales de la teoría de juegos cooperativos y simulaciones realizadas en *Scilab*.

6 Lo cual quiere decir que la cantidad de vehículos es ligeramente más influyente que el precio en la determinación del precio de los combustibles, donde a medida que el precio sube, la demanda baja y, a medida que número de vehículos aumenta, la demanda también aumenta.

7 Este trabajo se aplica para Islas Canarias, España.

8 Ver la discusión en Giménez (2016).

Para dar cumplimiento a este objetivo, primero se realiza un estudio de los GIEs que operan dentro del mercado mexicano de las gasolinas y el diésel; luego, se presentan temas especializados de la teoría de juegos cooperativos, como lo es la teoría del Análisis de Estabilidad de Coaliciones (AEC), para analizar el poder de decisión que un GIE en particular puede tener sobre las demás; después, se procede a presentar algunos resultados de las simulaciones hechas en *Scilab* dando algunos escenarios que los GIEs pueden formar con el fin de tener una mejor posición en el mercado. Al final, se presentan los principales resultados encontrados, su discusión y conclusiones.

## Estudio de los GIEs en México

En esta sección se hace un breve estudio de los GIEs presentes en el mercado mexicano de las gasolinas y diésel, haciendo énfasis en aquellos grupos con mayor número de permisos para comercializar estos bienes.

De acuerdo con información de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y de PETROIntelligence (PI)<sup>9</sup> al 31 de octubre del 2021, existen 12,869 permisos vigentes y/u operando de expendio al público de gasolina y/o diésel.<sup>10</sup> Según la CRE y los propios agentes económicos, existen

9 PETROIntelligence es una *start-up* enfocada principalmente al monitoreo y análisis del mercado gasolinerío, así como al desarrollo de aplicativos tecnológicos para la mejor toma de decisiones de los participantes del sector energético de México. Para mayor información ver: <https://petrointelligence.com/>

10 De estos permisos, i) 4 están duplicados, es decir, existen 2 permisos para una misma estación en 4 ocasiones; ii) 10 corresponden a estaciones cerradas; iii) 2 a instalaciones abandonadas, y iv) 5 a predios donde ya no existen gasolineras.

6,015 GIEs,<sup>11</sup> los cuales son los titulares de los 12,869 permisos vigentes (PI, 2021). La distribución de los GIEs se organiza con base a la **Tabla 1**.

Se observa que, los 20 GIEs más grandes poseen 2,869 permisos, de los cuales 2,036 trabajan con combustible PEMEX (un 71 % del total). En lo que respecta a las regiones, la región norte es la que más permisos tiene con un total de 1,323 y donde un 78 % usan combustible PEMEX. La región centro es donde hay más penetración de dicha marca con un 84 % y la región sur la región donde la paraestatal tiene menos presencia con apenas un 56 % del total. La distribución completa de permisos de dichos grupos se presenta en la **Tabla 2**.

Como se puede ver en la **Tabla 2**, de este submercado de GIEs, Oxxo Gas es el más grande con un total de 561 permisos, seguido de Petro Seven, Corpogas e Hidrosina.

En la literatura, no se identificaron conflictos para que los diferentes GIEs se puedan aliar. Sin embargo, de acuerdo a la Ley Federal de Competencia Económica, existen ciertas limitaciones legales para comprar empresas o hacer una fusión entre ellas. Además, cuando la transacción entre empresas supera los umbrales definidos, se debe solicitar autorización a la COFECE,<sup>12</sup> la cual puede ser negada por considerar que afecta a la competencia (Ambriz-Villalpa, 2015).

Como consecuencia de la Reforma Energética del 2014, diversos grupos gasolineros buscaron mecanismos innovadores para aumentar su competitividad, donde destacaron las alianzas empresariales entre grupos económicos de dicho sector

11 Se considera un Grupo de Interés Económico al conjunto de empresas que indican ser parte del mismo grupo empresarial, pudiendo estar conformado por una sola persona física o moral.

12 La Comisión Federal de Competencia Económica es un órgano constitucional autónomo que se encarga de vigilar, promover y garantizar la libre competencia y concurrencia en el mercado mexicano.

y empresas de bienes complementarios, entre ellas, G500, La GAS y REDCO, en el primer grupo, y Walmart y Soriana, en el segundo. G500 inició en el centro del país en el 2017;<sup>13</sup> La GAS en el sur del país en el año 2016,<sup>14</sup> en Campeche, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo mediante el esfuerzo de cuatro principales GIEs en dicha región, y REDCO en el 2017<sup>15</sup> en Baja California, Durango, Sinaloa y Sonora, con la alianza de más de 10 GIEs. Soriana e Hidrosina en un gran número de entidades federativas, y Walmart, en Nuevo León con un GIE.

El motivo de dichas alianzas consistió principalmente en generar lealtad en el consumidor a través de la creación de marcas propias. Adicionalmente, se buscó aumentar el poder de compra de las estaciones de servicio para mejorar los precios ante las nuevas oportunidades de suministro de importación, y, en el caso de los supermercados, implementar estrategias comerciales para incrementar el flujo de consumidores mediante la provisión de bienes complementarios.

No todas las alianzas han tenido éxito en el objetivo buscado, tal como lo ilustra el caso de REDCO, la cual como ya se indicó fue una alianza en el norte del país entre diversos grupos gasolineros que creó su propia marca, ya que varias de sus estaciones de servicio están dejando gradualmente la franquicia de su propio nombre al migrar a franquicias extranjeras. A octubre del 2021, de 150 estaciones de servicio identificadas que tenían el objetivo de vender combustible bajo la marca REDCO, sólo siete lo hacen; las demás, expenden pe-

13 Ver nota del día 16 de agosto del 2017 de El Economista: <https://www.economista.com.mx/empresas/G500-Network-abre-hoy-su-primeras-gasolinera-propia-20170817-0180.html>

14 Ver nota del día 7 de junio del 2016 de El Economista: <https://www.economista.com.mx/empresas/La-Gas-e-Hidrosina-nuevas-marcas-gasolineras-en-Mexico-20160607-0037.html>

15 Ver sitio web del Grupo REDCO: <https://www.gruporedco.com/gpo-redco.html>

trolíferos bajo diversas marcas como BP, Chevron, Windstar e independientes como Redpetroil, Rendichicas, Enerser, Eustoil y Flecha (PI, 2021).

Por otro lado, dentro de las alianzas de gran éxito, se encuentra G500, la cual se convirtió oficialmente en un “club de compra” que tuvo que ser reconocido institucionalmente por la COFECE<sup>16</sup> y por la CRE,<sup>17</sup> en los años de 2017 y 2018, respectivamente. G500 ha logrado posicionarse como una marca de combustible y franquicia con gran competitividad en precios, teniendo a octubre del 2021, 509 estaciones como integrantes. No obstante, actualmente, parece que algunas estaciones podrán dejar esta “alianza” y regresar a ser franquicias PEMEX, derivado de las nuevas estrategias comerciales que dicha empresa productiva del estado está implementando, tales como mejores descuentos y menores niveles de volumen para acceder a estos.<sup>18</sup>

Otro caso de éxito ha sido la alianza La GAS, la cual ha tenido gran éxito en su región ya que, en la actualidad, es una franquicia altamente reconocida por el consumidor en el sur del país.<sup>19</sup>

---

16 Ver comunicado de prensa de la COFECE del día 22 de marzo del 2017: <https://www.cofece.mx/nuevo-comunicado-g-500/>

17 Ver Acuerdo de la CRE publicado en el DOF el día 18 de diciembre del 2018: ACUERDO de la Comisión Reguladora de Energía que establece el criterio de interpretación respecto a los modelos de negocio compatibles con la actividad de expendio al público de petrolíferos, disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5546749&fecha=18/12/2018#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5546749&fecha=18/12/2018#gsc.tab=0)

18 Ver nota del 29 de septiembre del 2019 de Reforma: [https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?\\_rval=1&urlredirect=/da-pemex-rebajas-para-retener-clientes/ar1773090](https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?_rval=1&urlredirect=/da-pemex-rebajas-para-retener-clientes/ar1773090)

19 Ver nota del día 2 de febrero del 2017 de Mundo Ejecutivo: <https://mundoejecutivo.com.mx/gas-franquicia-gasolineras-100-mexicana/>

Por lo anterior, resulta plausible que los GIEs puedan formar alianzas con el fin de ganar poder en este mercado de combustibles particulares, no pasando por alto que la formación de las mismas puede implicar algunos costos, tanto recuperables, como no recuperables.<sup>20</sup>

## Análisis de Estabilidad de Coaliciones (AEC)

En esta sección, en una primera parte se exponen los principales conceptos necesarios que la teoría de juegos ofrece para analizar la dinámica de ciertos jugadores y la pertinencia de formar parte de un grupo particular dentro del juego; este tipo de tópicos se aborda desde el Análisis de Estabilidad de Coaliciones (AEC). Se comienza por estudiar lo que son los juegos cooperativos y dos de los principales índices de poder que se usan en el análisis de los mismos; después, se introduce a los juegos simples, los juegos de mayoría ponderada y una extensión propia de estos últimos a los Juegos de Mayoría Ponderada Grupales (JMPGs). Luego, en una segunda parte se presentan teoría propia que incluyen algunas definiciones pertinentes para llegar a lo que se les denominará Juegos en Diferencias y su índice de estabilidad, los cuales estarán definidos a partir de una variante de los JMPGs previamente discutidos.

---

20 En la compra de una empresa por otra o en la fusión entre ellas se debe considerar la cesión de derechos del permiso de expendio al público de gasolina y/o diésel por parte de la CRE. La cesión de derechos tiene un plazo máximo de respuesta de 90 días hábiles, y un costo aproximado de \$17,548.00. Por otra parte, el gasto por las diligencias, asesoría y trámites ante instituciones como la COFECE, no podrían ser recuperados.

## Juegos simples e índices de estabilidad existentes

Se presenta entonces la definición formal de un juego cooperativo y dos de los valores más usuales en este tipo de juegos: los valores de Shapley (Shapley-Shubik) y de Banzhaf.

**Definición 1 (Juego cooperativo (Carreras et al., 1992)).** Un juego cooperativo es un par  $\Gamma = (N, v)$ , donde  $N$  es un conjunto de jugadores (llamada gran coalición) y  $v: 2^N \rightarrow \mathbb{R}$  es una función característica (donde  $2^N$  denota el conjunto potencia de  $N$ ) que asigna a cada coalición de jugadores un pago o valor, con  $v(\emptyset) = 0$ .

Es decir, en un juego cooperativo se trata de que algunos jugadores hacen equipo (mediante un acuerdo vinculante) y reciben una recompensa en forma de pago, la cual dependerá de las reglas del juego y de la situación de cada jugador (elementos retomados en la función característica).

**Definición 2 (Índice de Shapley (IS) (Gilles, 2010)).** Sea  $\Gamma = (N, v)$  un juego cooperativo, con  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  el conjunto de jugadores y  $v$  su función característica. Denótese con  $S = \{n_1, n_2, \dots, n_k\}$ ,  $1 \leq n_j \leq n$ , una coalición en  $N$ , con  $n = |N|$  y  $s = |S|$ . El Índice de Shapley (IS) se define como:

$$s_i \equiv s_i(v) = \sum_{i \in S, S \subseteq N} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [v(S) - v(S \setminus \{i\})] \\ = \frac{1}{n} \sum_{i \in S, S \subseteq N} \frac{1}{n-1} C_{s-1} [v(S) - v(S \setminus \{i\})], \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$$\text{donde } n-1 C_{s-1} = \binom{n-1}{s-1} = \frac{(n-1)!}{(n-s)!(s-1)!}.$$

Este índice de estabilidad otorga la misma probabilidad de ocurrencia a la formación de las coaliciones de tamaño  $s = |S|$ , por lo que  $S_i$  es el valor esperado de la contribución marginal del jugador  $i$  cuando todos los órdenes de formación de la coalición son igualmente probables. Como se puede observar, dicho índice depende de las combinaciones del tamaño de las diferentes coa-

liciones de las que el jugador  $i$  puede formar, pero sin contarse a él mismo (por ello el término  $n-1 C_{s-1}$ ).

**Definición 3 (Índice de Banzhaf (IB) (Sánchez, 1994)).** En un juego cooperativo  $(N, v)$ , como el de la definición 1, para todo  $n$  existe una función  $\beta$  tal que:

$$\beta_i(v) = \frac{1}{2^{n-1}} \sum_{S \subseteq N} [v(S) - v(S \setminus \{i\})], \quad \forall i \in N$$

A  $\beta_i(v)$  se le llama el Índice de Banzhaf (IB) correspondiente al jugador  $i$ .

Cuando estos índices se aplican a juegos de mayoría ponderada (presentados a continuación), el índice de Shapley es más apropiado cuando todos los jugadores tienen un valor común al juzgar una propuesta. Por otro lado, el índice de Banzhaf se ajusta más cuando los jugadores tienen su propio valor al juzgar una propuesta determinada. Ambos índices dicen de cierta manera el poder de decisión promedio que tiene cada jugador en cada uno de los equipos posibles a formar.

**Definición 4 (Juego Cooperativo Simple (JS) (Peleg y Sudholter, 2007)).** Un Juego Cooperativo Simple o Juego Simple (JS)  $v$  es aquel donde para toda coalición  $S \subseteq N$  se tiene que: i)  $v(S) = 0$  o  $v(S) = 1$ ; ii)  $v(N) = 1$ ; y iii)  $v(S) \leq v(T) \subseteq N$  tal que  $S \subseteq T$ .

Todo JS está determinado por la colección de coaliciones ganadoras ( $W$ ), definidas por el conjunto  $W = \{S \subseteq N : v(S) = 1\}$ . De acuerdo a lo anterior, se tiene que: i)  $N \in W$  y  $\emptyset \notin W$  en todo juego  $v$  y ii) Si  $S \subseteq T$  y  $S \in W \Rightarrow T \in W$ . Con esto último, el juego  $v$  se puede acotar a la colección de coaliciones mínimas ganadoras ( $W^m$ ) definida de la siguiente manera:  $W^m = \{S \subseteq W : T \in W \mid S \subseteq T\}$ . La siguiente definición presenta un caso particular de un JS.

**Definición 5 (Juego de Mayoría Ponderada (JMP) (Peleg y Sudholter, 2007)).** Un Juego de Mayoría Ponderada (JMP) es un caso particular de

un juego simple. El juego  $v$  es de mayoría ponderada si existe una distribución de pesos  $w_1, w_2, \dots, w_n$  entre los jugadores y una cantidad de mayoría o cuota ( $q$ ) tales que:  $S \in W \Leftrightarrow w(S) \geq q \Leftrightarrow v(S)=1$ , con:  $w(S)=\sum_{i \in S} W_i, \forall S \in W$ .

Normalmente, a un JMP se le representa como:  $v=[q; w_1, w_2, \dots, w_n]$ . En otras palabras, un JMP es planteado cuando un equipo de jugadores requiere alcanzar o rebasar una meta propuesta (traducida en una cuota), dicha meta se puede alcanzar con un equipo donde hay algunos jugadores que no son necesarios para lograr la meta (en cuyo caso se tiene una coalición ganadora) o con jugadores donde todos son necesarios para alcanzar la cuota propuesta (en cuyo caso se tiene una coalición mínima ganadora). A continuación, se presenta al IS restringido a juegos simples.

**Definición 6 (Índice de Shapley-Shubik (ISS) (Carreras et al., 2003).** El Índice de Shapley-Shubik (ISS) es el IS restringido a juegos simples para cada jugador  $i$ , i.e., es un índice  $SS_i=S_i|_{IS}$  con las siguientes características: i) El jugador  $i$  es nulo  $\Leftrightarrow SS_i=0 \Leftrightarrow i \notin S, \forall S \in W_m$ ; ii) Los jugadores  $i$  y  $j$  son equivalentes  $\Leftrightarrow SS_i = SS_j \Leftrightarrow$  aparecen de manera simétrica en  $; y$  iii) Existe eficiencia  $\Leftrightarrow \sum_{i=1}^n SS_i = 1$ .

En seguida se propone lo que se ha definido como un JMP Grupal (JMPG); la pertinencia de su definición radica en la necesidad de trabajar con jugadores grupales.

**Definición 7 JMP Grupal (JMPG).** Un JMP Grupal (JMPG) es un JMP de la forma  $v=[q; w]$ , con  $w=(w_1, \dots, w_n)$ , donde cada  $w_i$  es el peso de un  $i$ -ésimo jugador grupal, el cual a su vez está conformado por entes (jugadores) individuales.

Un caso particular de un JMPG es cuando los jugadores grupales son empresas o GIEs. Se puede ver al JMP usual como un caso particular de un JMPG, donde todos los jugadores grupales son jugadores individuales. Este concepto se retoma-

rá en las definiciones de la siguiente sección que concluirán con los Juegos en Diferencias.

### Juegos en Diferencias (JD) y su índice de estabilidad

En esta sección se formula de manera general un Juego en Diferencias (JD) el cual es inducido por un JMPG. Despues, se presenta la solución de sistemas autónomos de Ecuaciones en Diferencias (EED) dentro del que cabe el sistema del JD. Finalmente, se propone un índice de estabilidad derivado de un JD.<sup>21</sup>

Se comienza por definir a un JMPG donde algunos jugadores (grupales) o parte de ellos, se ausentan, dando lugar a una nueva reconfiguración del juego original, modificando tanto su cuota como su distribución de pesos.

**Definición 8 (Juego redefinido por ausentismo en un JMPG).** Sea  $v=[q; w]$  un JMPG con  $w=(w_1, \dots, w_n)$  y donde  $w_s=w_1+\dots+w_n$ . Cuando algunas partes de algunos de los jugadores grupales  $i, i=1, \dots, n$ , deciden no entrar al juego, se dirá que tales "jugadores parciales" se ausentan. Lo anterior lleva a un nuevo JMPG siempre y cuando exista quórum. A dicho JMPG se le denominará JMPG redefinido por ausentismo el cual tendrá la siguiente forma:

$$\bar{v}=[\bar{q}, \bar{w}], \text{ con } \bar{w}=w \setminus \{a_i w_i\}, \quad 0 < a_i \leq 1,$$

donde  $w \setminus \{a_i w_i\}$  quiere decir que no se toma en cuenta la parte de los pesos de los jugadores  $i$  ausentes. Por su parte,  $\bar{q}$  es la cuota correspondiente al considerar los pesos en  $\bar{w}$ ; dicha cuota debe representar el mismo porcentaje que  $q$  representa con respecto a  $w_s$  del juego original. Si  $a_i=1, \forall i$  que se ausenta, se dirá que el ausentismo es grupal (o total); si  $0 < a_i < 1, \forall i$  que se ausenta, se dirá que el ausentismo es parcial puro.

21 En las definiciones que siguen se trabaja con un JMPG; en más de una ocasión se refiere al jugador grupal simplemente como jugador, cuando se ha puesto en claro que se está frente a un JMPG y no a un JMP usual.

No es difícil convencerse que al heredar  $\bar{v}$  las propiedades de  $v$ , se tenga que  $\bar{v}$  también sea un JMPG. Más adelante surgirán nuevos conceptos que pongan en evidencia la relevancia de tratar al JMPG de manera especial.

Para abundar más acerca de la definición anterior, así como otro tipo de juegos como lo son los Juegos redefinidos por abstencionismo en un JMPG y del mismo JD aquí presentado con más detalle, puede verse Larios-Ferrer (2022). Además, para conocer el papel del ausentismo y abstencionismo dentro de un JMPG pueden consultarse las proposiciones de autoría propia en Larios-Ferrer y Ávila-Pozos (2022), donde se demuestra que, bajo ciertas condiciones, el ausentismo juega en pro de la coalición ganadora (CG) y el abstencionismo juega en contra de dicha coalición.

### Formulación del JD

Para la formulación de los Juegos en Diferencias (JDs) es necesario considerar, aparte del ausentismo ( $AU$ ), el concepto de traición entre los diferentes jugadores. El concepto de traición es necesario definirlo por su importancia en el desarrollo de los distintos juegos, pues sin este concepto no se podrían conectar algunos conjuntos, como los que están a favor ( $AF$ ) de políticas o propuestas de cierta alianza y en contra ( $EC$ ) de las mismas. Para ver la discusión completa acerca de este concepto se recomienda ver Larios-Ferrer (2022).

Defínase para el periodo  $t$  a  $af_t$ ,  $au_t$  y  $ec_t$  como el número total de jugadores individuales que están en el conjunto  $AF_t$ ,  $AU_t$  y  $EC_t$ , respectivamente. Considérese algunas tasas de transición para el periodo  $t$  en cada uno de estos conjuntos; tal diagrama se puede ver como el mostrado en la **Figura 1**. En dicho diagrama se debe cumplir que  $\sum_{i=1}^2 \alpha_i = \sum_{i=1}^3 \beta_i = \sum_{i=1}^2 \gamma_i = 1$ .

De acuerdo al diagrama de la **Figura 3** la relación entre las cardinalidades de  $AF$ ,  $AU$  y  $EC$  para el periodo  $t + 1$  están dadas por:

$$af_{t+1} = \alpha_1(t)af_t + \beta_2(t)ec_t,$$

$$au_{t+1} = \gamma_1(t)au_t + \beta_3(t)ec_t,$$

con condición inicial del sistema:  $n_0 \equiv (af_0, ec_0, au_0)$ , mismo que dependerá de la composición inicial de la estructura de coalición siguiente:

$\pi_0 = \{AF_0, EC_0, AU_0\}$  con  $N_0 = AF_0 + EC_0 + AU_0$ , donde  $AF_0 \in W$ . Se pretende saber hasta qué periodo  $t$ ,  $AF_t \in W$  en su respectivo juego redefinido. En un principio, las tasas de transición dependen de cada periodo  $t$ , mismo que representa al  $t$ -ésimo juego redefinido.<sup>22</sup>

Dicho lo anterior, se define de manera formal lo que en adelante se referirá como Juego en Diferencias inducido por un JMPG o simplemente como JD.

**Definición 9 (Juego en Diferencias (JD)).** Sea  $v = \langle N, q, w \rangle$  un JMPG. Un Juego en Diferencias  $v_{JD}$  inducido por  $v$ , o simplemente Juego en Diferencias (JD), es una bina formada por  $\langle S, v \rangle$ , donde  $S$  es un sistema lineal autónomo de Ecuaciones en Diferencias (EED) de la siguiente forma:

$$x(n) = Ax(n-1), \quad n=1, 2, \dots,$$

donde  $A$  es una matriz cuadrada no singular y donde el JD se gana si la coalición ganadora en  $v$  es tal que se mantiene ganadora hasta antes de un periodo  $p$  con  $1 \leq p \leq p^*$  donde  $p^*$  es un periodo umbral o periodo crítico.<sup>23</sup> Si  $p=0$  se dirá que el JD es nulo, en caso contrario, se referirá al JD como no nulo. Cuando no se especifique, se asumirá que el JD es no nulo.

A continuación, se muestra la definición de un JD redefinido por ausentismo,<sup>24</sup> donde se piden

22 Además, el diagrama de la **Figura 3** puede cambiar si considera el ausentismo en los conjuntos y .

23 La definición de tal periodo crítico dependerá del contexto de cada JD particular.

24 En el trabajo de Larios-Ferrer (2022) se presenta de manera análoga lo que es un JD redefinido por abstencionismo, así como su respectiva solución.

algunas condiciones relacionadas con el vector  $x(n)$ .

**Definición 10 (JD redefinido por ausentismo).** Sea  $v = \langle N, q, w \rangle$  un JMPG redefinido por ausentismo. Al JD  $v_{JD}$  inducido por  $v$  se le llamará JD redefinido por ausentismo no nulo o simplemente JD redefinido por ausentismo siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones: i) la cuota de ganancia  $q$  en cada periodo  $p$  del JD no debe tomar en cuenta a los jugadores grupales ausentes del vector  $x(p)$ ; ii) el conjunto de jugadores no ausentes en  $x(p)$  en cada periodo  $p$  donde se gana el JD, debe rebasar la cuota de quórum de  $v$ , la cual será la misma para todos los periodos del JD; iii) todas las entradas del vector  $x(p)$  deben ser no negativas en cada periodo  $p$  del JD; cuando esto no suceda, el JD debe terminar, no importando que se tenga ganado el JMPG  $v$  para ese periodo.

### Solución y estabilidad del JD

En este apartado se presenta la solución de un JD con ayuda del algoritmo de Putzer, misma que se extiende para un JD redefinido por ausentismo. Finalmente, se presenta un índice propio de estabilidad, el cual es derivado de un JD inducido por un JMPG particular.

**Definición 11 (Solución de un JD general).** Sea  $v_{JD}$  un JD (no nulo) inducido por un JMPG  $v$ . Sea  $S$  el sistema lineal autónomo de EED de  $v_{JD}$  con  $n_0 = 0$ , el cual tiene la siguiente forma:

$$x(n) = Ax(n-1), \quad n=1, 2, \dots$$

La solución del JD está dada por:  $x(n) = A^n x_0$ , donde  $x_0$  es el estado inicial del JD y  $A^n$  está determinada con base al algoritmo de Putzer.

Enseguida se muestra la solución del juego redefinido por ausentismo.

**Definición 12 (Solución de un JD redefinido por ausentismo).** Sea  $v_{JD}$  un JD (no nulo) inducido por un JMPG redefinido por ausentismo  $v = \langle N, q, w \rangle$ . La solución de  $v_{JD}$  está dada por la Definición 11, donde  $q$  y  $x(p)$  cumplen con las condiciones impuestas del

JD redefinido por ausentismo (Definición 10) en cada periodo  $p$  en que se gane el JD.

Con lo anterior en mente se define finalmente un Índice de estabilidad propio derivado de un JD inducido por un JMPG particular.

**Definición 13 (Índice de estabilidad derivado de un JD).** Sea  $v_{JD}$  un JD inducido por un JMPG particular  $v$  (redefinido por ausentismo, por ejemplo). Se define al Índice de estabilidad derivado de un JD de la siguiente manera:

$$\varepsilon(p) = \begin{cases} 1, & \text{si } p \geq p^* \\ p/p^*, & \text{si } p < p^* \end{cases}$$

donde  $p$  es el periodo donde se gana el JD de manera consecutiva y es tal que cumple con las condiciones impuestas por el JMPG particular  $v$  y donde  $p^*$  es el umbral crítico del JD, donde  $p^* \geq 1$ .

Por último, se presenta la siguiente clasificación de estabilidad de dicho índice.

**Definición 14 (Grado de estabilidad del JD).** Sea  $v_{JD}$  un JD inducido por un JMPG particular  $v$ . Sean  $p$  y  $p^*$  como en la Definición 13. El grado de estabilidad del JD estará dado por su índice de estabilidad  $\varepsilon$  de la siguiente manera:

$$JD = \begin{cases} \text{es estable,} & \text{si } \varepsilon(p) = 1 \\ \text{es semiestable,} & \text{si } 0.5 < \varepsilon(p) < 1 \\ \text{es inestable,} & \text{si } 0 \leq \varepsilon(p) < 0.5. \end{cases}$$

Más aún, se hablará de semiestabilidad débil a medida que  $\varepsilon$  se acerque a 0.5 y semiestabilidad fuerte conforme  $\varepsilon$  se acerque a 1; lo mismo aplica para la estabilidad, donde será fuerte si  $p > p^*$  y débil si  $p = p^*$ .

La definición formal de JD, junto con su solución e índice de estabilidad (incluyendo su clasificación) se usarán en el planteamiento de algunos juegos en la siguiente sección.

### Análisis del poder de decisión de los GIEs en México

En esta parte de la investigación, se analiza el poder de decisión de los principales GIEs dentro

del mercado mexicano de las gasolinas y el diésel. La forma en que se procede es la siguiente: se usa la información de la **Tabla 2** presentada en la primera sección de este apartado, donde cada uno de los 20 GIEs se considera un jugador grupal cuyo peso es el número de permisos con los que cuenta hasta fines de octubre de 2021; como cuota de mayoría se propone usar una mayoría simple de dicho submercado,<sup>25</sup> con la teoría expuesta en la segunda sección y el uso de simulaciones en *Scilab*, se procede al cálculo de Coaliciones Ganadoras (CGs), Coaliciones Mínimas Ganadoras (CMGs) y sus respectivos índices de poder.

Así, con la información presentada en la **Tabla 2**, siguiendo la numeración de los GIEs expuestos en dicha tabla y con la cuota de mayoría igual a 1,435 permisos,<sup>26</sup> se formula el siguiente JMPG:

$$v=[1435; 561,259,234,234,185,177,162,151,117, 95,86,83,82,73,70,61,61,60,59,59].$$

Luego, mediante simulaciones hechas en *Scilab*, se presentan en la **Tabla 3** algunos escenarios de coaliciones que los GIEs pueden formar con el fin de tener una mejor posición en este mercado particular de combustibles. Se presentan de manera específica algunas de las coaliciones que ofrecen

25 A la fecha, no hay un consenso sobre un tipo ni un nivel de umbral para definir la dominancia en este mercado. La Ley Federal de Competencia Económica considera la “influencia” (poder sustancial) del agente de acuerdo con su participación en el mercado, y con base a su facultad de fijar precios, limitar insumos, entre otras más. Es decir, reconoce que la participación de merado es relevante pero no define un umbral, sino que se debe valorar caso por caso. Cabe mencionar que, en el mercado de Telecom, la Ley de Radiodifusión y Telecomunicaciones establece un umbral del 50 % para determinar que un agente es preponderante.

26 Obtenida como la mitad de la suma de los permisos de las 20 GIEs expuestas en la **Tabla 2**.

soluciones efectivas del juego, efectivas en el sentido de tomar sólo en cuenta a los casos donde existen CMGs.

De acuerdo a la **Tabla 3**, el tamaño mínimo de una CG es de cinco GIEs y su tamaño máximo es de 20 (la gran coalición). Se observó, un gran número de CGs (524,288 en total) donde cuatro son de tamaño cinco y 296 son de tamaño seis; el número de CGs de mayor tamaño se pueden ver en la tercera columna de dicha tabla. Estas CGs representan las diferentes maneras de obtener un cierto dominio del mercado de combustibles por parte de las GIEs, aunque no de manera minimal, es decir aún puede haber exclusión de algunos grupos y rebasar la cuota de mayoría.

Con respecto a las CMGs, se encontró que el tamaño mínimo de las mismas es de cinco GIEs y las cuales coinciden con las cuatro CGs del mismo tamaño; el tamaño máximo de una CMG es de 15 GIEs. El total de CMGs es de 54,388, donde tienen participación tanto las GIEs de mayor y de menor número de permisos. Es con este tipo de coaliciones que se puede tomar las soluciones más efectivas para obtener dominancia en este mercado particular.<sup>27</sup> Por la importancia de este tipo de coaliciones, se hace un análisis de algunas CMGs presentadas en la cuarta columna de la **Tabla 3**.

Las cuatro CMGs enlistadas de tamaño cinco (caso  $s=5$ ) representan los casos donde la participación de los GIEs de menor tamaño presentadas

27 Dominancia en el sentido de que se alcanza al menos un 50 % del número de permisos de los 20 GIEs presentados en la **Tabla 2** y que con ello se tengan las ventajas ya mencionadas con anterioridad, entre ellas, la de un posible control de la oferta de dichos bienes. Lo anterior podría ir en contra de lo que las instituciones reguladoras proponen, sin embargo, no se debe olvidar que sólo se está trabajando con una parte del mercado total de los hidrocarburos y donde se analizan precisamente los casos donde el conjunto de GIEs rebasa por muy poco al 50 % del submercado al trabajar principalmente con las CMGs.

en la **Tabla 2** es nula (el GIE más pequeño que participa es el 8, que corresponde a Orsan). Como se puede observar, en todas estas CMGs es necesaria la alianza entre las cuatro principales GIEs del mercado.

En lo que respecta a las CMGs de tamaño seis y siete se presentan algunas coaliciones donde en cada uno de los casos la primera coalición enlistada representa aquella alianza donde a partir de ella se puede pensar en asociaciones eficientes con la participación de las GIEs más grandes; las otras coaliciones presentadas son algunos ejemplos donde se puede prescindir de algunas de las siguientes GIEs: Petro Seven, Corpogas e Hidrosina. Se observó que en todas las CMGs, Oxxo Gas tenía voto, es decir, no existe ninguna alianza sin tomar en cuenta a esta GIE que rebase de manera minimal la cuota de mercado propuesta.

Se encontró que es necesaria una coalición entre ocho GIEs para que Oxxo Gas no tenga participación en alguna de las CMGs. Ejemplo de este tipo de coaliciones es la que se presenta en la última coalición presentada en la fila de este tamaño (caso  $s=8$ ) donde participan las 10 principales GIEs, excepto Enerser y por supuesto, Oxxo Gas. Se pudo comprobar, que como esta última CMG, había otras 22 coaliciones más, las cuales dejaban fuera a la principal GIE de este mercado.

Con respecto a las coaliciones minimales de tamaño nueve y 10 se observó que tanto Oxxo Gas y Petro Seven perdieron el voto. En el caso  $s=9$ , en la última coalición presentada se prescinde de estas dos principales GIEs; así como esta coalición, se pudo comprobar que existen otras dos coaliciones que dejan fuera a la GIEs mencionadas. En el caso  $s=10$ , la última alianza presentada toma en cuenta a las primeras 14 GIEs, excepto a Grupo Eco, a Fullgas y por supuesto a Oxxo Gas y Petro Seven; se encontró que existen otras 179 coaliciones de este tamaño y que no necesitan a las dos principales GIEs para formar una alianza minimal ganadora. En adición a lo anterior, de acuerdo al

total de CMGs, es en el tamaño nueve donde se alcanza el número máximo de las mismas con un total de 11,544 y conforme el tamaño de las mismas aumenta, el número de CMGs disminuye hasta llegar a 14 de tamaño 15.

Por otra parte, en las CMGs de tamaño 11, 12 y 13 se comprobó que para formar alianzas ganadoras minimales se podía prescindir de las dos primeras principales GIEs y de alguno de estos dos grupos: Corpogas o Hidrosina (ambos con el mismo número de permisos). En el caso de las coaliciones de tamaño 11, la última alianza presentada no necesita de las dos principales GIEs y de Corpogas o Hidrosina para que sea minimal ganadora; se verificó que existen otras tres coaliciones que cumplen con estas características. Algo parecido pasa para las últimas coaliciones presentadas en los casos  $s=10$  y  $s=11$ , donde se puede prescindir ya sea de Corpogas o Hidrosina, además de Oxxo Gas y Petro Seven, para poder rebasar la cuota de mayoría de manera mínima; en estos casos se pudo comprobar que había otras 833 y 881 CMGs de tamaño 10 y 11, respectivamente, las cuales cumplían con dejar fuera a tres de las cuatro principales GIEs.

Finalmente, respecto al análisis de las CMGs, en las coaliciones donde se necesita de 14 y 15 GIEs para poder rebasar la cuota de este mercado particular, se encontró que para que se considere a este número de grupos es necesario que se deje de considerar a Oxxo Gas, ya que en ambos casos este grupo no apareció en el conjunto de CMGs. Otro dato interesante es que, llevando a cabo estas alianzas más grandes, se puede prescindir de las cuatro principales GIEs; ejemplo de lo anterior son las últimas coaliciones presentadas en los casos  $s=14$  y  $s=15$  de la **Tabla 3**. Para el caso de la última coalición presentada de tamaño 14, se puede ver que se toma en cuenta a las 16 GIEs más pequeñas, excepto a Megagas y a Grupo Ges; al respecto, se pudo comprobar que existen otras 33 alianzas con estas mismas peculiaridades. Por

su parte, la última CMG presentada de tamaño 15, se puede observar que se consideran a las 16 GIEs con menos permisos, excepto a Servifácil; como esta coalición se encontró a otra coalición con las mismas características.

Respecto a la relación entre el número de permisos de las GIEs que conforman a algunas de las CMGs y la región donde éstas tienen presencia, se presentan en la **Tabla 4** un resumen con dicha información. Además, se presenta el dato en cada región y por cada CMG representante el número de permisos que cuentan con combustible marca PEMEX. En general se observa que algunas GIEs pequeñas pueden participar en la alianza dominante, incluyendo la región norte donde se concentra la mayor parte de los permisos, en la región centro donde existe un mayor porcentaje de permisos con combustible PEMEX y en la región sur, en la cual existe una mayor penetración de marcas diferentes a la de PEMEX y que es donde la paraestatal tiene su mayor amenaza como proveedor principal.

Por otra parte, en la **Tabla 5** se puede ver el índice de poder de decisión de cada uno de los GIEs de acuerdo al ISS y al IB, respectivamente. De acuerdo al ISS se puede observar que Oxxo Gas tiene más de una quinta parte de dicho poder al tener un 22.68 % del poder de decisión. Le sigue Petro Seven con un 8.98 % de poder y Corpogas e Hidrosina, ambos con un 8.02 %. El número de permisos de Oxxo Gas es aproximadamente el doble que Petro Seven, pero en poder de decisión, esta ventaja aumenta en más del doble (el poder del primero es 2.5 que el poder del segundo). Existen otros casos donde los agentes económicos tienen diferente número de permisos y cuentan con prácticamente el mismo poder de decisión (casos de Grupo Eco y Orsan, por ejemplo). En el caso del IB se tienen resultados análogos.

En lo que respecta a la competencia directa con otros GIEs no considerados en las simulaciones se pudo comprobar un fuerte dominio de cualquie-

ra de las alianzas encontradas como CMGs sobre aquellas posibles coaliciones de GIEs con hasta 20 permisos siguiendo la información de las **Tablas 1** y **2**. Dado que toda CMG presentada en los anteriores resultados rebasa la cuota de dominio parcial de mercado de 1,435 permisos, de acuerdo a la información de la **Tabla 1** y la **Tabla 2**, las siete GIEs restantes de las 27 principales tendrían 329 permisos, un número inferior al de cualesquiera de la CMGs encontradas. Siguiendo los números de permisos de la **Tabla 1**, esto mismo dominio se mantendría al considerar las siguientes alianzas: entre las siete GIEs cuyo intervalo de número de permisos es (30,45), entre las 21 GIEs con un intervalo de permisos de (20,30] y con las 49 GIEs cuyo intervalo oscila entre los 10 y 20 permisos, ello al tener en todos los casos un número inferior a la cuota de dominio ya mencionada. Incluso se podría tener algunas combinaciones entre estas alianzas y, aun así, el dominio en permisos existiría por parte de las CMGs ya encontradas (por ejemplo, si se lograra la alianza de las primeras tres alianzas ya mencionadas, cuyo número de permisos sería de 1,114). Aunque este mismo dominio en permisos no se sigue para las posibles alianzas entre aquellas GIEs de tamaño menor o igual a 10 permisos, lo cual sería un poco complejo de realizar si se considera al gran número de GIEs a realizar el convenio de alianza, el dominio se sigue si no se logra convencer a poco más de la tercera parte de las GIEs que cuentan de dos a 10 permisos por un lado y a poco más de la cuarta parte de las GIEs con un permiso por el otro<sup>28</sup>.

Para complementar lo anterior, en la **Tabla 6** se presenta el ISS de cada coalición de GIEs vistas anteriormente y que son descriptas al pie de la misma. Dentro de dicha tabla se puede observar que cualquiera de las CMGs presentadas en la **Tabla 3**, además de tener el dominio en el mercado par-

28 Ello considerando que se respeta cierta proporcionalidad entre el número de GIEs y el número de permisos asociados a dichos grupos económicos.

cial de las 20 GIEs analizadas, tendrían también un poder de decisión del 26 % si se compara con probables coaliciones de las GIEs no analizadas a lo largo del trabajo (en el resto del mercado). El relativo poder de las coaliciones formadas por las GIEs que le preceden en poder a cualquiera de la CMG se podría ver interrumpido por la posible complicación de formación de la coalición, ello al involucrar a un gran número de GIEs.<sup>29</sup>

### Análisis del poder de decisión con el JD

En este apartado se presenta un par de aplicaciones de los JD tomando en cuenta algunas suposiciones para su desarrollo y donde para cada JD planteado se obtiene como resultado un cierto grado de estabilidad de la estructura coalicional inicial. Se presenta un escenario no cooperativo y uno cooperativo.<sup>30</sup>

Para lo anterior, se estudia el papel del ausentismo tanto a favor, como en contra, considerando que las cardinalidades de  $AF$ ,  $AU_{AF}$ ,  $AU_{EC}$  y  $EC$  son representadas por  $af$ ,  $au_{af}$ ,  $au_{ec}$  y  $ec$ , respectivamente. Un diagrama general de ausentismo que involucra a estos conjuntos, así como las diferentes tasas de transición, es mostrado en la **Figura 2**.

Existen consideraciones en común para los escenarios analizados. En ambos casos se relaciona al conjunto  $AF$  con base a la primera CMG donde el principal GIE (Oxxo Gas) queda fuera de la CG, es decir con la alianza (2,3,4,5,7,8,9,10) y al conjunto  $EC$  se le relaciona con el resto de los GIEs que no están en la CMG antes mencionada. La cardinalidad final de dichos conjuntos y de los conjuntos  $AU_{AF}$  y  $AU_{EC}$  dependerán de suposiciones particulares en cada uno de los escenarios.

29 Recordar que, por definición, un juego cooperativo requiere de un acuerdo vinculante entre los participantes, en este caso, de los diferentes GIEs.

30 El número de escenarios es bastante amplio. Se presenta un par de casos representativos para mostrar la aplicación de la teoría desarrollada respecto a los JDs y sus correspondientes índices de estabilidad.

Desde ahora se puede identificar al conjunto  $AU_{AF}$  con aquellos GIEs que no están interesados en ser partícipes de las políticas que se tomen en la alianza y a los que están en  $AU_{EC}$  con aquellos GIEs que no les interesa participar como un contrapeso hacia el grupo dominante en el mercado. En ambos casos, el hecho de no contar con su apoyo de manera directa, puede implicar una posible salida de sus respectivos grupos y, por ende, de no contar con sus permisos correspondientes y aminar su competencia en el mercado.

En ambos casos, se supone un Quórum del 75% y un periodo umbral  $p^*=12$  aludiendo a que al menos se requiere discutir una vez al mes las diferentes políticas de los grupos empresariales.<sup>31</sup>

Con estas suposiciones, se presentan a continuación ambos escenarios.

### Escenario no cooperativo

Se trata al conjunto  $AF$  con base a la CMG (2,3,4,5,7,8,9,10), donde se supone que los desinteresados (ausentes) en esa coalición son los dos GIEs más pequeños de dicha coalición (Servifácil y Rendichicas). Por otro lado, se supone que el conjunto  $EC$  es representado por el resto de los GIEs que no están en la CMG anterior, donde su grupo ausente es aquel conformado por los cinco GIEs de menor tamaño. Así, con base a la información de la **Tabla 2** se tienen las siguientes condiciones iniciales:  $\pi_0=(af_0, au_{AF0}, au_{EC0}, ec_0)=(1225, 212, 300, 1132)$  y  $N_0=2869$ .

Así, con los coeficientes arriba señalados, suponiendo una baja tasa de retorno en el conjunto  $AF$ , una tasa relativamente alta del conjunto  $EC$  a la alianza ganadora y demás tasas presentadas en el diagrama de la **Figura 3**, se tiene el siguiente sistema del JD redefinido por ausentismo:

$$af_{t+1} = 0.70af_t + 0.97au_{AFt} + 0.11ec_t$$

$$au_{AFt+1} = 0.01af_t + 0.03au_{AFt}$$

31 Estos datos son discutibles y se pueden modificar tanto como se requiera para un estudio más realista.

$$\begin{aligned} au_{ECt+1} &= 0.21ec_t + 0.56au_{ECt} \\ ec_{t+1} &= 0.29af_t + 0.67ec_t + 0.44au_{ECt}, \quad t = 1, 2, \dots, \end{aligned}$$

Siguiendo la Definición 12 acerca de la solución para un JD redefinido por ausentismo, usando el algoritmo de *Putzer* y programando todo ello en *Scilab* se obtuvo que el número de periodos consecutivos en los que la coalición *AF* es ganadora en este JD es de  $p=1$  y que su índice de estabilidad es  $\epsilon=0.08$  (por Definición 13). Lo anterior se traduce, según la Definición 14, que este JD redefinido por ausentismo particular es inestable.<sup>32</sup>

### Escenario cooperativo

Supóngase ahora que en la CMG del escenario anterior los ausentes son los cuatro GIEs más pequeños de dicha coalición y que en el conjunto *EC* (resto de los GIEs que no están en dicha CMG) está como grupo ausente al integrado por sus dos GIEs de menor tamaño (Lemon y Octano). Luego, usando los datos de la **Tabla 2** se obtienen estas condiciones iniciales:  $\pi_0=(af_0, au_{AF0}, au_{EC0}, ec_0)=(912,525,118,1314)$  con  $N_0=2869$ .

Con estos números, suponiendo una tasa de retorno más alta en el conjunto *AF*, una tasa relativamente nula del conjunto *EC* a la CMG y las otras transiciones propuestas en el diagrama de la **Figura 4**, se da origen al siguiente sistema del JD:

$$\begin{aligned} af_{t+1} &= 0.80af_t + 0.97au_{AFt} + 0.67ec_t \\ au_{AFt+1} &= 0.17af_t + 0.03au_{AFt} \\ au_{ECt+1} &= 0.22ec_t + 0.56au_{ECt} \\ ec_{t+1} &= 0.03af_t + 0.11ec_t + 0.44au_{ECt}, \quad t = 1, 2, \dots, \end{aligned}$$

Se encontró para este caso que el número de periodos consecutivos en los que la coalición *AF* es ganadora es de al menos  $p = 1000$ . Ello indica que el índice de estabilidad es  $\epsilon=1$ . De acuerdo a

la Definición 14, con este nivel de estabilidad se obtiene un *JD* estable fuerte.

### Discusión e implicación de los resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran en primer lugar la gran cantidad de maneras que las GIEs tienen para obtener cierto poder en el mercado de gasolinas y diésel, reflejando así la gran diversidad de alianzas posibles para obtener las ventajas que ofrece ser parte de un grupo de empresas dominantes en dicho mercado, por ejemplo, el control parcial en la oferta de dichos combustibles, ya sea vía precio o vía cantidad. Se precisa que la formación de coaliciones entre GIEs puede redundar en un mejor posicionamiento en el mercado y lograr así precios de adquisición más bajos para obtener una mayor utilidad.<sup>33</sup> Con dichas alianzas se puede lograr una mejor competitividad entre los otros GIEs resultando en una probable amenaza para el monopolio de PEMEX como proveedor principal.

Como se pudo ver en los resultados de la **Tabla 3**, se necesita de al menos cinco GIEs para rebasar la cuota de mayoría de manera efectiva, es decir, de manera minimal. El hecho de que en las cuatro CMGs encontradas de tamaño cinco se tome en cuenta a las GIEs con más permisos, refleja la importancia de tener presencia en el mercado por sí solas y poder ser parte de un grupo privilegiado en el mercado de dichos combustibles.

Se encontró que es hasta las CMGs de tamaño siete, que Oxxo Gas es indispensable para poder rebasar la cuota de mayoría, pudiendo prescindir de sus tres principales competidores: Petro Seven, Corpogas e Hidrosina. Además, se observó que permitiendo la incorporación de una GIE

32 La estabilidad de este índice no es comparable con el ISS o IB ya que ahora se trabaja con la estabilidad en las coaliciones y no de un jugador en particular.

33 La influencia directa sobre los precios de venta al público dependerá de cada uno de los grupos empresariales y es un tema que se pudiera abordar a detalle en otro trabajo de investigación.

más a la coalición ganadora minimal, el número de formas para poder ganar el juego incrementa de manera considerable, pasando de cuatro de tamaño cinco a 242 y 2202 de tamaño seis y siete, respectivamente. Lo anterior se traduce en los grandes cambios que puede traer a la configuración del mercado si se permite la entrada de un nuevo aliado para poder tener una mayor presencia en el mercado.

Al permitir CMGs con ocho GIEs, es posible encontrar 23 coaliciones en las cuales se puede prescindir del principal grupo de este mercado: Oxxo Gas. Ello significa que existen 23 maneras que un nuevo grupo sea el que tenga el control parcial del mercado de petrolíferos a través de un acuerdo vinculante.

También se pudo comprobar que de asociarse hasta nueve o 10 GIEs, no sólo se puede prescindir de Oxxo Gas sino también de Petro Seven para poder rebasar la cuota de mayoría. El hecho de pasar de un tamaño de nueve a 10 GIEs permite ampliar el margen de elección que éstas pueden tener para formar una CMG dejando de lado a las dos principales GIEs, lo anterior al comprobarse la existencia de sólo tres coaliciones con estas características de tamaño nueve y 180 coaliciones de tamaño 10. Esto significa que de complicarse la negociación con las nueve GIEs como la última coalición presentada en la quinta fila de la **Tabla 3**, se puede optar por permitir la entrada de otra GIE e incrementar así de manera importante las formas de tener un control parcial de este mercado.

Los resultados presentados en la **Tabla 3** acerca de las coaliciones de tamaño más grande mostraron una posible independencia de las tres o cuatro principales GIEs para poder rebasar la cuota de mayoría del mercado analizado. Esto conlleva a pensar a que es posible que las GIEs con menos permisos puedan hacer coaliciones entre ellas y llegar a tener un control parcial del mercado de combustibles, ello sin tener que to-

mar en cuenta a los principales GIEs de dicho mercado.

Sin embargo, desde el tamaño nueve, a medida que el mismo va aumentando, van disminuyendo las maneras en que se puedan aliar y dejar fuera a las principales GIEs. Ejemplo de ello es que cuando el tamaño de la CMG es de 14 se tienen 34 formas de dejar fuera a Oxxo Gas, Petro Seven, Corpogas e Hidrosina y cuando el tamaño es de 15 GIEs sólo existen otras dos CMGs que excluyen a estos grupos. Lo anterior es lo esperado, pues a medida que se van considerando a GIEs con menor número de permisos, la cuota de mayoría puede no satisfacerse al integrar a este tipo de GIEs en particular.

Por otra parte, con los datos obtenidos en la **Tabla 4** se precisa más la importancia que cada una de las GIEs, dentro de cada CMG, puede tener en su zona económica. Por ejemplo, en la región norte donde existe el mayor número de permisos a disputar del mercado, se tiene una gran relevancia debido a su cercanía con los Estados Unidos y competir incluso con los estados fronterizos de dicho país. Por su parte, la región centro y sur representan un área de oportunidad para las empresas distintas a PEMEX y para PEMEX, respectivamente y con ello poder ganar terreno en dichos mercados. En cada uno de estos casos, las GIEs de menor tamaño pueden tener presencia si así lo desean y lograr ser parte de las alianzas dominantes.

Por último, respecto a la información presentada en la **Tabla 4**, se ha tomado en cuenta a CMGs donde hay una participación importante de los GIEs más pequeños, quienes son quizás, los grupos más interesados en las alianzas. Se observa que las cuatro GIEs con menor número de permisos del mercado parcial analizado, es decir: Ferchegas, Grupo Ges, Lemon y Octano, a partir del tamaño de CMG igual a 12, pueden jugar un papel importante para tener una mejor posición en dicho mercado.

Respecto a la competencia directa con otros GIEs no considerados a lo largo de la mayor parte del trabajo se puede decir que tener el control de un mercado parcial, puede conllevar también a obtener un buen nivel de competencia en el resto del mercado, si se considera a los otros GIEs no analizados en el estudio. Lo anterior es hasta cierto punto natural dado que las alianzas que se obtienen como CMGs son las que tienen un mayor número de permisos en todo el mercado, aunque existen posibilidades para que un gran número de GIEs de menor tamaño puedan tener casi el mismo poder de decisión en el mercado, aunque ello conlleve a tener que lidiar con un buen número de representantes de las empresas y lograr acuerdos de fusión que muchas veces son difíciles de llevar a cabo.

Todos estos resultados pueden servir para abonar a lo mencionado por COFECE (2018) respecto a las ventajas que las asociaciones gasolineras pueden tener al comprar de manera conjunta grandes volúmenes de gasolinas y las implicaciones que pueden resultar positivas en tanto menores precios obtenidos por el volumen de compra sean transferidos a precios más baratos a los consumidores finales.

Por otro lado, con respecto al índice de poder de decisión mostrados en la **Tabla 5**, los resultados obtenidos muestran una concentración del 48% del poder de decisión en los cuatro principales GIEs del mercado de combustibles analizado y donde casi la mitad de ese poder lo tiene Oxxo Gas. Este poder puede ser determinante en el seguimiento de políticas de las principales GIEs por parte de los demás grupos, como lo puede ser el precio a la venta de los combustibles.

Finalmente, el hecho que la diferencia del poder entre los 3 principales GIEs sea más marcada con respecto a la diferencia de sus permisos habla de la importancia de ser el principal grupo expendededor de estos combustibles, ante una posible toma de decisiones dentro de dicho mercado.

## Conclusiones

Este trabajo permitió realizar un análisis del poder de decisión de los principales GIEs que operan en el mercado mexicano de gasolinas y diésel hacia el final del mes de octubre del año 2021, ello haciendo uso de la teoría de juegos cooperativos y simulaciones implementadas en *Scilab*. Este tipo de estudios va más allá de lo realizado en otros trabajos como el de Perdigero y Jiménez (2009) y el de Montero-Monsalvo et al. (2018) para analizar a este tipo de mercados. Además, complementan información pertinente de este mercado presentada en el trabajo de PI (2021) y del cual son obtenidos los datos necesarios para esta investigación.

Se encontró una gran cantidad y diversidad de maneras que las GIEs tienen para formar parte de un grupo dominante en dicho mercado. Se verificó que existe un gran número de maneras de llegar o rebasar a la cuota de mayoría (524,288 CGs, de las cuales 54,388 son minimales) sin embargo, para fines de efectividad y de ser lo más apegado a lo que se exige por organismos gubernamentales, se puede enfocar solamente en las CMGs. El tamaño de estas últimas puede ir de cinco a 15, con los datos ya discutidos en la **Tabla 3** de este trabajo, lo que significa que los GIEs tienen varias maneras de formar parte de un grupo predilecto el cual puede contener desde cinco de ellos hasta 15 de los mismos. Este tipo de alianzas son plausibles siempre y cuando se respeten las limitantes legales y se lleven a cabo las autorizaciones correspondientes señaladas por la COFECE (Ambriz-Villalpa, 2015).

De manera específica, se encontró que se necesita de al menos cinco GIEs para rebasar la cuota de mayoría de manera efectiva, es decir, para formar una CMG. Lo anterior indica lo importante de tener presencia en el mercado de manera individual y poder ser parte de un grupo privilegiado sin tener que aliarse con más de cuatro grupos más. Al permitir CMGs con ocho GIEs, es posible

encontrar 23 coaliciones en las cuales se puede prescindir del principal GIE de este mercado, en este caso, Oxxo Gas. Respecto al análisis de las CMGs un poco más grandes, se encontró que se necesita de al menos 14 GIEs para poder prescindir de las cuatro principales GIEs del mercado, en este caso de Oxxo Gas, Petro Seven, Corpogas e Hidrosina. Lo anterior significa que es posible que las GIEs con menos permisos puedan hacer coaliciones entre ellas y llegar a tener un control parcial del mercado de combustibles, aunque desde coaliciones de tamaño nueve en adelante, el número de maneras de rebasar la cuota de mayoría del mercado se va complicando, ya que, a medida que el mismo va aumentando, es más difícil la formación de alianzas que dejen fuera a las principales GIEs. Al formar parte de estas CMGs se pueden tener las ventajas de economía de escala mencionadas en COFECE (2018).

El hecho de saber las zonas donde los GIES ocupan menos combustible de PEMEX, le puede servir a la paraestatal para identificar las amenazas de sus competidores. En el otro sentido, en regiones donde hay menos presencia de combustible diferente al de PEMEX les puede servir a las GIES para intentar introducir su nuevo combustible como una opción diferente al resto de la región.

En adición a lo anterior, tomando en cuenta a las tres principales GIEs estudiadas, se pudo corroborar una diferencia más significativa entre sus poderes de decisión con respecto a la diferencia entre sus permisos vigentes, ello tomando en cuenta tanto al ISS como el IB. Lo anterior hace ver la importancia de tener una mejor posición en el mercado de estos hidrocarburos y a la vez se sugiere que no se deben tomar decisiones a la ligera, ello en el sentido de que alguna forma de fusión puede ser no significativa para ganar poder de decisión en dicho mercado.

Respecto al índice de estabilidad derivado de los JD desarrollados, se hace notar la importan-

cia que tiene mantener unida la alianza entre los diferentes GIEs y por ende permanecer en un escenario cooperativo entre las empresas que les lleve a tener un dominio parcial del mercado por varios periodos de tiempo.

Dado que no se encontró en la literatura algún trabajo que aplicara la teoría de juegos para analizar este tipo de mercados se pueden sugerir las siguientes implicaciones teóricas: primero, se pueden realizar actualizaciones en el análisis de este mercado de petrolíferos y en el caso del JD con datos más reales a los que se supusieron ; segundo, se puede realizar este tipo de análisis para mercados de combustibles análogos al aquí analizado; y, tercero, este tipo de estudios se puede hacer escalable incorporando otros valores coalicionales como lo es el Valor Coalicional de Owen (VCO) donde se toma en cuenta el poder de decisión intercoalicional (ver por ejemplo el trabajo de Carreras et al., 1992).

En la práctica, realizar este tipo de estudios permite conocer los posibles escenarios donde una coalición de GIEs puede tener un control parcial del mercado de los principales petrolíferos de un país. Este tipo de estudios, con un análisis más robusto, podría ser de gran ayuda a los principales grupos de interés que requieren modificar su estado en el mercado de las gasolinas y diésel, permitiendo ver para fines de comparación, las diferentes maneras que tienen para formar parte de una élite que pueda tener el control parcial de los precios y de la oferta de dichos combustibles.

Por otra parte, al gobierno le puede brindar información para que en determinado momento pueda evitar que un grupo de empresas tome determinado control del mercado de estos combustibles; con base al número de permisos en conjunto de una coalición de GIEs y el análisis de otras coaliciones, el gobierno mediante sus distintas dependencias como la CRE, puede tomar decisiones de cuotas por fusión o adquisición o, simplemente, negar los permisos de las alianzas.

La principal limitación de este trabajo está en el número de GIEs estudiadas. El hecho de analizar sólo a los 20 principales GIEs del mercado mexicano de las gasolinas y el diésel radicó, en parte, a la gran cantidad de cálculos necesarios y por ende de tiempo para correr las simulaciones en *Scilab*. Otra limitante y que queda como agenda futura de trabajo es incorporar el análisis intercoalicional dentro de algunas CMGs obtenidas mediante otros índices diferentes al del ISS o IB como lo es el VCO, para el cual se tiene que definir determinado juego cociente. Así mismo, se carecen de datos reales en las transiciones de los estados involucrados en los JDs planteados, pero que en un estudio más robusto pueden ser obtenidas con precisión.

## Referencias

- Ambriz-Villalpa, J. L. (2015). *GUIA-004/2015: Guía para la notificación de Concentraciones*. Recuperado de [https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2017/12/guia-0042015\\_not\\_concentraciones.pdf](https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2017/12/guia-0042015_not_concentraciones.pdf)
- Benton, A. L. (2007). The strategic struggle for patronage: political careers, state largesse and factionalism in Latin America. *Journal of Theoretical Politics*, 19(1): 55-82. DOI: 10.1177/0951629807071019
- Carreras, F., Amer, R. y Magaña, A. (2003). Juegos simples e índice de poder de Shapley-Shubik. *Revista de estudios políticos (Nueva Época)*, 121, 107-136.
- Carreras, F., García-Jurado, I. y Pacios, M. A. (1992). Estudio coalicional de los parlamentos autonómicos españoles de régimen común. *Documento de Trabajo 92-13 (Serie de Economía 08)*, 1-21.
- Carreras, F. y Owen, G. (1995). Valor coalicional y estrategias parlamentarias. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 71/72, 157-176. Recuperado de [http://reis.cis.es/REIS/PDF/REIS\\_071\\_072\\_08.pdf](http://reis.cis.es/REIS/PDF/REIS_071_072_08.pdf)
- Comisión Federal de Competencia Económica-COFECCE. (2018). *Transición hacia mercados competitivos de gasolinas y diésel*. Recuperado de <https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2018/01/DOC-GASOLINAS-FINAL.pdf>
- Comisión Federal de Competencia Económica-COFECCE. (2019). *Transición hacia Mercados Competitivos de Energía: Gasolinas y Diésel*. Recuperado de <https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2019/01/CPC-GasolinasyDiesel-30012019.pdf>
- Geddes, B. (1991). A Game Theoretic Model of Reform in Latin American Democracies. *American Political Science Review*, 85(2), 371-392. DOI: 10.2307/1963165
- Gilles, R. P. (2010). *The Cooperative Game Theory of Networks and Hierarchies*. EE. UU.: Springer.
- Giménez, O. (28 de febrero de 2016). *Cómo la teoría de juegos explica lo que pasa con el petróleo: el equilibrio de Nash de la OPEP*. Bolsamanía. Recuperado de <https://www.bolsamania.com/noticias/mercados/como-la-teoria-de-juegos-explica-lo-que-pasa-con-el-petroleo-el-equilibrio-de-nash-de-la-opep--1053857.html>
- Gutiérrez-Rodríguez, R. (2017). La simple aritmética de la nueva política de precios de las gasolinas y el diésel. *Economía Informa*, 404(3), 40-62.
- Hernández, O. I. y Venegas, F. (2017). Contienda entre dos partidos políticos racionales: Un enfoque de juegos diferenciales estocásticos. *Economía y Sociedad*, XXI (36), 111-126.
- Hunter, W. (1998). Negotiating Civil-Military Relations in Post-Authoritarian Argentina and Chile. *International Studies Quarterly*, 42(2), 295-317.
- Larios-Ferrer, J. L. (2022). Estabilidad e inestabilidad políticas en las LXII y LXIV Legislaturas mexicanas, desde la perspectiva de la teoría de juegos. *Revista Mexicana De Ciencias Políticas Y Sociales*, 67(244), 457-495.

- <https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2022.244.72754>
- Larios-Ferrer, J. L. y Ávila-Pozos, R. (2022). Juegos de mayoría ponderada redefinidos por ausentismo y abstencionismo: definición y su aplicación a la LXII y LXIV legislaturas mexicanas. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 10(Especial), 117-126. <https://doi.org/10.29057/icbi.v10iEspecial.8350>
- Miranda-Hernández, H. A. y Gutiérrez-Rodríguez, R. (2017). Determinación del Precio de la Gasolina en México. *PetroQuiMex*, 45-50.
- Montero-Monsalvo, E., Mora-Flores, J. S., Martínez-Damián, M. Á., Hernández-Juárez, M., Valdivia-Alcalá, R. (2018). Análisis del mercado de petróleo y la gasolina en México, 1996-2015. *Agrociencia*, 52: 1179-1193.
- Nacif-Hernández, B. (2003). Policy Making Under Divided Government in Mexico. *Working Paper 305*, Kellogg Institute.
- Peleg, B. y Sudholter, P. (2007). *Introduction to the Theory of Cooperative Games* (2nd Ed.). EE. UU.: Springer.
- Perdiguero, J. y Jiménez, J. L. (2009). ¿Competencia o colusión en el mercado de la gasolina? Una aproximación a través del parámetro de conducta. *Revista de Economía Aplicada*, 50(17): 27-45.
- PETROIntelligence-PI. (2021). *Fotografía del sector gasolinero en México al mes de octubre del 2021*. Recuperado de <https://www.petrointelligence.com/fotografias/PI.Fotograf%C3%A3Da.Oct21.V2.pdf>
- Przeworski, B. (1991). *Democracy and the Market: Political and Economic Reforms in Eastern Europe and Latin America*. EE. UU.: Cambridge University Press.
- Riker, W. H. (2001). Teoría de juegos y de las coaliciones políticas. En A. Batlle (Ed.), *Diez textos básicos de ciencia política* (pp. 151-169). España: Editorial Ariel.
- Rodríguez-Carrillo, J. M. y Santacruz-Fernández, R. (2016). Coaliciones legislativas ganadoras en la Cámara de Diputados de México en la LXII Legislatura (2012-2015). *TLA-MELAUA, Revista de Ciencias Sociales*, BUAP, 39, 33-56. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-69162016000100032](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-69162016000100032)
- Rosas, A. (2019). *México tiene cuatro Méxicoes diferentes*. Recuperado de <https://expansion.mx/economia/2019/07/22/mexico-tiene-cuatro-mexicos-diferentes>
- Sánchez, S. F. (1994). *Introducción a la matemática de los juegos*. México: Siglo XXI Editores.
- Sánchez-Ugarte, F., Kate-Thielen, A. T., Alba-Iduñate, P. G., Hefty-Etienne, F., Alberro Semerena, J. L., Yépez-García, R. A., García-Rocha, A., Meléndez-Barrón, J., Negrín-Muñoz, J. L., O'Dogherty-Madrazo, P., González-Pier, E., González-Hernández, A., Peña-Baca, H., Tovar-Landa, R. y Estrada-González, E. (2004). *Competencia Económica*. Recuperado de <https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2018/05/COMPETENCIA-ECONOMICA-EN-MEXICO.pdf>

**Tabla 1.**

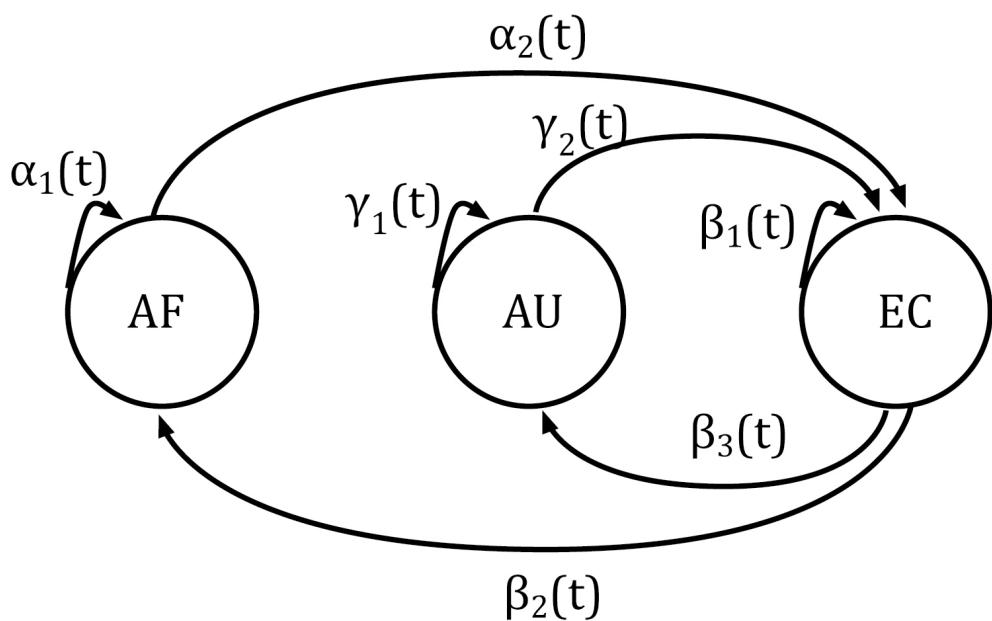
Distribución de los GIEs en el mercado de las gasolinas y diésel en México con base al número de permisos, al 31 de octubre del 2021.

Rango de número de permisos	Número de GIEs	Número de permisos	Rango de número de permisos	Número de GIEs	Número de permisos
[45,561]	27	3,198	[2,10]	983	3,239
(30,45)	7	267	[1, 2)	4,928	4,928
(20,30]	21	518	[1, 561]	6,015	12,869
(10,20]	49	719			

Fuente: Elaboración propia con información de PI (2021).

**Figura 1.**

Diagrama sin ausentismo a favor con traición intercoalicional



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.**

Presencia de las principales GIEs en el mercado de las gasolinas y diésel en México con base al número de permisos, al 31 de octubre del 2021

Núm. GIE	GIE	Número de permisos*														
		En la región norte			En la región occi- dente			En la región centro			En la región sur			Totales		
		CCP	SCP	T	CCP	SCP	T	CCP	SCP	T	CCP	SCP	T	CCP	SCP	T
1	Oxxo Gas	355	0	355	172	0	171	25	0	25	9	0	10	561	0	561
2	Petro Seven	228	0	228	17	0	17	1	13	14	0	0	0	246	13	259
3	Corpogas	3	1	4	2	0	2	149	1	150	57	21	78	211	23	234
4	Hidro- sina	56	3	59	14	0	14	132	0	132	27	2	29	229	5	234
5	Mi Gasolina	47	41	88	0	4	4	40	46	86	6	1	7	93	92	185
6	Enerser	124	7	131	8	37	45	0	1	1	0	0	0	132	45	177
7	Grupo Eco	50	111	161	1	0	1	0	0	0	0	0	0	51	111	162
8	Orsan	0	61	61	0	47	47	0	3	3	0	40	40	0	151	151
9	Servifácil	0	0	0	4	0	4	36	1	37	75	1	76	115	2	117
10	Rendi- chicas	95	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	95
11	Megagas	0	0	0	0	81	81	0	5	5	0	0	0	0	86	86
12	Nexum	44	14	58	2	0	2	5	0	5	18	0	18	69	14	83
13	Fullgas	6	7	13	4	3	7	1	6	7	20	35	55	31	51	82
14	Combu- Express	0	0	0	31	42	73	0	0	0	0	0	0	31	42	73
15	Grupo Centra	18	52	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	52	70
16	Lodemo	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	51	60	9	52	61
17	Ferche- gas	0	0	0	0	0	0	1	0	1	60	0	60	61	0	61
18	Grupo Ges	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	60	25	35	60
19	Lemon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	58	59	1	58	59
20	Octano	0	0	0	57	1	58	1	0	1	0	0	0	58	1	59
<b>Total de permisos</b>		<b>1026</b>	<b>297</b>	<b>1323</b>	<b>312</b>	<b>215</b>	<b>526</b>	<b>391</b>	<b>77</b>	<b>468</b>	<b>307</b>	<b>244</b>	<b>552</b>	<b>2036</b>	<b>833</b>	<b>2869</b>

Notas: \* La regionalización se hace con base a Rosas (2019). CCP: Con combustible PEMEX; SCP: Sin combustible PEMEX; T: Total de permisos.

Fuente: Elaboración propia con información de PI (2021).

**Tabla 3.**

Resumen de simulaciones del JMPG generado por los 20 principales GIEs en el mercado mexicano de las gasolinas y diésel, con datos al 31 de octubre del 2021.

JMPG	Tamaño de la coalición	Núm. de CGs	Núm. de CGs Mínimas (CMGs) y algunas coaliciones minimales*
v =	1,435; 561 259 234 234 185 177 162 151 117 95 86 83 82 73 70 61 61 60 59 59	s = 5	4 en total. Éstas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,2,3,4,5) \\ (1,2,3,4,6) \\ (1,2,3,4,7) \\ (1,2,3,4,8) \end{pmatrix}$
	296	s = 6	242 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,2,3,4,9,10) \\ (1,2,5,7,8,9) \\ (1,4,5,6,7,9) \end{pmatrix}$
	4,122	s = 7	2,202 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,2,3,4,11,18,19) \\ (1,3,4,5,8,16,17) \\ (1,5,6,7,8,9,13) \end{pmatrix}$
	21,589	s = 8	7,493 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,2,3,5,14,16,17,18) \\ (1,3,7,8,10,12,13,15) \\ (1,5,7,8,9,10,12,13) \\ (2,3,4,5,7,8,9,10) \end{pmatrix}$
	56,781	s = 9	11,544 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,2,3,9,12,16,18,19,20) \\ (1,6,7,9,10,11,12,13,14) \\ (2,4,5,6,7,8,9,13,15) \\ (3,4,5,6,7,8,9,10,13) \end{pmatrix}$
	92,378	s = 10	10,734 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,2,5,9,15,16,17,18,19,20) \\ (1,7,8,9,11,12,13,14,17,20) \\ (2,4,6,7,8,9,10,11,13,14) \\ (3,4,5,6,8,9,10,11,12,14) \end{pmatrix}$
	111,179	s = 11	10,489 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,2,9,10,11,14,16,17,18,19,20) \\ (1,8,9,10,11,12,13,14,15,19,20) \\ (2,5,6,7,8,9,11,12,13,14,18) \\ (3 (4),5,6,7,8,9,10,11,12,13,15) \end{pmatrix}$
	104,381	s = 12	8,195 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,3,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20) \\ (1,8,10,11,12,13,14,15,17,18,19,20) \\ (2,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,20) \\ (3 (4),5,6,7,8,10,11,13,14,15,17,20) \end{pmatrix}$
	73,398	s = 13	3,047 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (1,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20) \\ (2,6,7,8,9,11,12,13,14,15,18,19,20) \\ (3 (4),6,7,8,9,10,11,12,13,15,18,19,20) \end{pmatrix}$
	38,464	s = 14	424 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (2,3,5,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20) \\ (5,6,7,8,9,10,12,13,14,15,16,17,19,20) \end{pmatrix}$
	15,500	s = 15	14 en total. Algunas son: $W^m = \begin{pmatrix} (2,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20) \\ (5,6,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20) \end{pmatrix}$
Total de coaliciones**	1 ≤ s ≤ 20	524,288	54,388

Nota: \* El número del jugador va en correspondencia con la información presentada en la **Tabla 2**, es decir, donde los 20 jugadores que participan son: 1) Oxxo Gas (con 561 permisos), 2) Petro Seven (con 259 permisos), y así sucesivamente hasta llegar a 20) Octano (con 59 permisos); \*\* En el caso de las CGs, en el total están consideradas las coaliciones de tamaño mayor o igual que 16.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.**

Número y tipo de permisos de acuerdo a CMGs obtenidas de los 20 principales GIEs en el mercado mexicano de las gasolinas y diésel, con datos con datos al 31 de octubre del 2021.

Núm. de CMGs de tamaño y coaliciones representantes	Número de permisos*														
	En la región norte			En la región occidente			En la región centro			En la región sur			Totales		
	CCP	SCP	T	CCP	SCP	T	CCP	SCP	T	CCP	SCP	T	CCP	SCP	T
4 con s=5. Éstas son: (1,2,3,4,5)	689	45	734	205	4	208	347	60	407	99	24	124	1340	133	1473
(1,2,3,4,6)	766	65	777	213	37	249	307	15	322	93	23	117	1379	86	1465
(1,2,3,4,7)	692	65	807	206	0	205	322	14	321	93	23	117	1298	152	1450
(1,2,3,4,8)	642	65	707	205	47	251	307	17	324	93	63	157	1247	192	1439
242 con s=6. Representante: (1,4,5,6,7,9)	632	162	794	199	41	239	233	48	281	117	4	122	1181	255	1436
2,202 con s=7. Representante: (1,2,3,4,11, 18,19)	642	4	646	205	81	204	307	19	326	119	116	236	1273	220	1412
7,493 con s=8. Representante: (1,2,3,5,14, 16,17,18)	633	42	675	222	46	267	216	61	277	166	108	275	1237	257	1494
11,544 con s=9. Representante: (1,2,3,9,12,16, 18,19,20)	630	15	645	254	1	254	217	16	233	194	166	361	1295	198	1493
10,734 con s=10. Representante: (1,2,5,9,15,16, 17,18,19,20)	648	93	741	250	5	254	104	61	165	185	146	332	1187	305	1492
10,489 con s=11. Representante: (1,2,9,10,11,14, 16,17,18,19,20)	583	0	678	281	124	404	64	20	84	179	145	325	1202	289	1491
8,195 con s=12. Representante: (4,5,6,7,8,10,11, 13,14,15,17,20)	396	282	678	115	215	330	175	61	236	113	78	191	799	636	1435
3,047 con s=13. Representante: (4,6,7,8,9,10, 11,12,13,15,18, 19,20)	393	255	648	90	169	259	175	16	191	166	171	337	824	611	1435
424 con s=14. Representante: (5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20)	293	293	677	76	173	249	83	63	147	189	186	375	733	715	1448
14 con s=15. Representante: (5,6,7,8,10,11,12, 13,14,15,16,17, 18, 19, 20)	384	293	677	103	127	318	48	62	110	139	220	359	674	790	1464

Notas: \* La suma de permisos se hace con base a información de la **Tabla 2**. CCP: Con combustible PEMEX; SCP: Sin combustible PEMEX; T: Total de permisos.

Fuente: Elaboración propia con información de PI (2021).

**Tabla 5.**

Comparación del ISS y del IB de los 20 principales GIEs en el mercado mexicano de las gasolinas y diésel, con datos con datos al 31 de octubre del 2021.

GIE	ISS	IB	GIE	ISS	IB	GIE	ISS	IB
1. Oxxo Gas	0.2268	0.2398	8. Orsan	0.0503	0.0496	15. Grupo Centra	0.0227	0.0229
2. Petro Seven	0.0898	0.0856	9. Servifácil	0.0390	0.0389	16. Lodemo	0.0198	0.0201
3. Corpogas	0.0802	0.0772	10. Rendichicas	0.0312	0.0312	17. Ferchegas	0.0198	0.0201
4. Hidrosina	0.0802	0.0772	11. Megagas	0.0285	0.0286	18. Grupo Ges	0.0194	0.0196
5. Mi Gasolina	0.0626	0.0609	12. Nexum	0.0272	0.0273	19. Lemon	0.0190	0.0192
6. Enerser	0.0597	0.0584	13. Fullgas	0.0268	0.0269	20. Octano	0.0190	0.0192
7. Grupo Eco	0.0542	0.0532	14. Combu-Express	0.0239	0.0241			

Fuente: Elaboración propia con información de PI (2021).

**Tabla 6.**

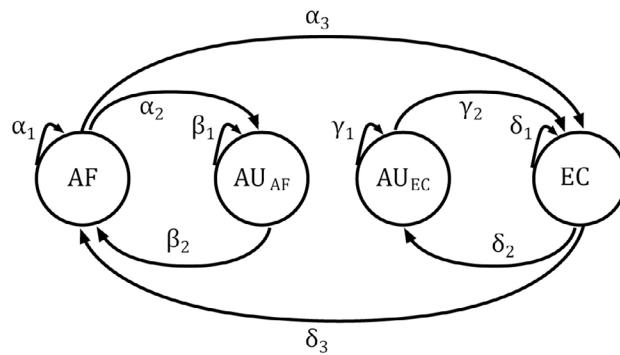
Comparación del ISS entre coaliciones de GIEs del mercado mexicano de las gasolinas y diésel, con datos con datos al 31 de octubre del 2021.

Coaliciones de GIEs en el mercado**	Número de permisos	ISS
1. JCMG	1,435	0.2666
2. J1-2	1,232	0.2333
3. J2-10	1,080	0.2000
4. J10-20	719	0.1000
5. J20-30	518	0.1000
6. J45-561	329	0.0666
7. J30-45	267	0.0333
<b>Suma*</b>	<b>5,580</b>	<b>1</b>

Nota: \* La suma del total es 1 si se toma en cuenta todos los decimales. \*\* Se consideran como jugadores las siguientes coaliciones: JCMG: Cualquiera de las CMGs de la **Tabla 3**; J1-2: Coalición formada por la cuarta parte de las 4,928 GIEs con un permiso; J2-10: Coalición formada por la tercera parte de las 983 GIEs con un número de permisos dentro del intervalo [2,10]; J10-20: Coalición formada por las 49 GIEs con un número de permisos dentro del intervalo [10,20]; J20-30: Coalición formada por las 21 GIEs con un número de permisos dentro del intervalo [20,30]; J45-561: Coalición formada por las siete GIEs principales no consideradas en el análisis del trabajo con un número de permisos dentro del intervalo [45,561]; y, finalmente, J30-45: Coalición formada por las siete GIEs con un número de permisos dentro del intervalo [30,45] (con información de la **Tabla 1**).

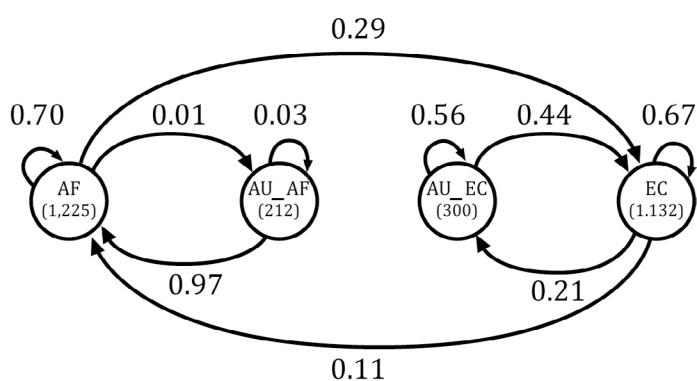
Fuente: Elaboración propia con información de PI (2021).

**Figura 2.**  
Diagrama del ausentismo con traición



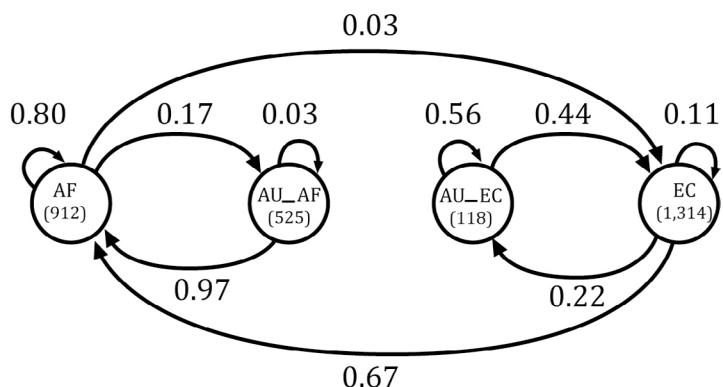
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.**  
Diagrama del ausentismo (caso no cooperativo)



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.**  
Diagrama del ausentismo (caso cooperativo)



Fuente: Elaboración propia.