

# El Valor Coalicional de Owen como alternativa de pago progresivo en la optimización de costos de transporte de mercancías

*Owen's Coalitional Value as a progressive payment alternative in optimizing freight transportation costs*

José Leonel Larios Ferrer,<sup>I</sup>  Héctor Cuevas Vargas <sup>II</sup>  y Martín Badillo Maldonado<sup>II</sup> 

Recibido 03 de junio de 2025; Aceptado 15 de enero de 2026; Publicado 31 de enero 2026

## Resumen

El objetivo del presente artículo es proponer un esquema de asignación de pagos progresivos para clientes de empresas con redes de transporte. La metodología integra la teoría de juegos cooperativos y el desarrollo de algoritmos en *Scilab*, utilizando información del sector industrial. Como resultado, se aplicaron el Valor de Shapley y el Valor Coalicional de Owen; en el caso de estudio, esto derivó en una reestructuración de costos que beneficia principalmente a las empresas de menor tamaño. Esta propuesta innova en los modelos de cobro al introducir un criterio de progresividad, donde el costo es proporcional a la capacidad del cliente para formar alianzas. Se concluye que este beneficio directo para las empresas vulnerables podría extenderse a la sociedad si la reducción en los costos logísticos se traslada al precio final de las mercancías.

**Palabras clave:** Sustentabilidad en el transporte; Reducción de Costos Logísticos; Teoría de Juegos; Valores Coalicionales.  
**Código JEL:** C71, D71, L22, L91.

## Abstract

The objective of this paper is to propose a progressive payment allocation scheme for customers of companies operating transportation networks. The methodology integrates cooperative game theory and the development of algorithms in *Scilab*, utilizing industrial sector data. As a result, the Shapley Value and the Owen Coalitional Value were applied; in the case study, this led to a cost restructuring that primarily benefits smaller-sized companies. This proposal innovates billing models by introducing a progressivity criterion, where the cost is proportional to the customer's capacity to form alliances. It is concluded that this direct benefit for vulnerable companies could extend to society if the reduction in logistics costs is passed on to the final price of goods.

**Keywords:** Sustainability in transport; Logistics Cost Reduction; Game Theory; Coalition Values.

**JEL Code:** C71, D71, L22, L91

<sup>I</sup> Universidad Politécnica de la Energía, Tula, Hidalgo, México. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma Metropolitana. Contacto: leonel.larios@upenergia.edu.mx

<sup>II</sup> Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Valle de Santiago, Guanajuato, México. Doctor en Ciencias Administrativas por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México. Contacto: hcuevas@utsoe.edu.mx

<sup>III</sup> Universidad Politécnica de la Energía, Tula, Hidalgo, México. Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Contacto: martin.badillo@upenergia.edu.mx

## Introducción

**L**a asignación de costos entre clientes de una empresa puede realizarse de diferentes maneras tomando en cuenta alguna de las metodologías que existen en la literatura. Dichos costos han de ser absorbidos por los clientes a manera de pago hacia la empresa que les provee de cierta mercancía o servicio. La optimización de los costos han de aumentar la rentabilidad y permitir ofrecer menores precios al cliente (Orjuela-Castro et al., 2017). En el presente artículo se parte de ciertas rutas que proveen ciertos costos óptimos y donde a cada cliente se le trata como un jugador de un juego cooperativo para dar lugar a una propuesta de pagos progresivos dentro de una industria de transporte de mercancías.

De acuerdo con Ávila Ortiz (2017) los costos dentro de las organizaciones, como parte importante de la contabilidad administrativa, han ido evolucionando y se han convertido en una herramienta de gran valor para los empresarios. Dentro de la gran clasificación que existe de los costos, la más común: costos fijos y costos variables, están los costos logísticos. Éstos permiten la cuantificación en unidades monetarias del uso de recursos empleados en una actividad o proceso logístico, a la vez que ayudan a determinar el rendimiento sobre el capital invertido y el retorno de la inversión, el cual es directamente proporcional al rendimiento logístico de la cadena de suministro (CS).

Los costos logísticos en la CS no son un concepto nuevo en la literatura, su evolución ha sido constante y paulatina con el paso del tiempo, impulsado por la competitividad como directriz y guía para el éxito de los negocios (Orjuela-Castro et al., 2017). Una clasificación de los procesos logísticos de acuerdo a diferentes metodologías utilizadas en la asignación de este tipo de costos se puede ver en la tabla 1.

TABLA 1

**CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DE ACUERDO A DIFERENTES METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN LA ASIGNACIÓN DE COSTOS.**

GICALyT <sup>1</sup>	Value Chain Analysis <sup>2</sup>	SCOR <sup>3</sup>	SCC <sup>4</sup>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprovisionamiento</li><li>• Almacenamiento</li><li>• Inventario</li><li>• Distribución</li><li>• Logística de servicio al cliente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Logística de entrada (compras, aprovisionamiento, transporte interno, almacenamiento)<ul style="list-style-type: none"><li>• Operaciones internas (manufactura, producción, desperdicios)</li><li>• Logística de salida (servicio al cliente, almacenamiento, transporte)</li><li>• Distribución</li><li>• Comercialización y marketing</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planeación</li><li>• Fuente (almacenamiento, compra, inventario)</li><li>• Producción o manufactura</li><li>• Distribución</li><li>• Retorno</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprovisionamiento</li><li>• Manufactura</li><li>• Almacenamiento e inventarios</li><li>• Distribución</li><li>• Servicio al cliente</li></ul>

Nota: Adecuación de Orjuela-Castro et al. (2017).

Notas: <sup>1</sup>Grupo de Investigación de Cadenas de Abastecimiento, Logística y Trazabilidad. <sup>2</sup>Análisis de cadena de valor. <sup>3</sup>Modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro. <sup>4</sup>Costeo de la cadena de suministro.

Ávila Ortiz (2017) recalca que los componentes que integran la estructura de los costos logísticos relacionados con el aprovisionamiento, el almacenamiento, la distribución del producto y el servicio al cliente, deben ser el soporte para la toma de decisiones y que le permitan a la empresa alcanzar un mayor nivel de competitividad. Con respecto a los costos de distribución dentro de los costos logísticos, Lambert et al. (1998) señalan que estos costos consideran toda actividad involucrada en el movimiento de bienes y mercancías, el volumen y peso de la carga, la distancia y los puntos de origen y de destino, entre otros factores.

Orjuela Castro (2017) sostiene que estos costos abarcan el mayor porcentaje del costo total y es la categoría más importante del costo logístico, donde el costo del transporte incluye: medios de transporte, contenedores, paletas, terminales y tiempo. Respecto al costo de transporte, Parra Ortega (2013) agrega que se puede clasificar en costo de entrada, que se asocia a las actividades de aprovisionamiento y en costo de salida, normalmente asociado con la entrega de productos hacia los clientes finales.

Por su parte, Abdallah (2004) y Lambert et al. (1998) coinciden en que los costos en los procesos de distribución se relacionan con el producto, el mercado, la capacidad, la distancia recorrida, el volumen transportado, la frecuencia y las rutas de distribución. En consecuencia, cada cliente que comparte una ruta con otros debe abonar al proveedor un monto determinado con base en variables tales como: la demanda individual, el tipo de flota vehicular, las distancias y el costo del combustible, entre otros.

No obstante, existe escasa literatura sobre la progresividad<sup>4</sup> en dicha asignación respecto a la oportunidad de los clientes para formar alianzas en rutas compartidas. Para los fines de este trabajo, dicho concepto se vincula con la progresividad tributaria aplicada a la asignación de costos, así como una imposición fiscal progresiva representa una mayor carga ante mayores niveles de ingresos, aquí se sigue esa lógica. En la literatura moderna de la imposición fiscal no existe un consenso sobre la forma en que se deben distribuir progresivamente las cargas tributarias, sin embargo, sí se identifican dos alternativas para medir la progresividad: primero, mediante medidas estructurales;<sup>5</sup> segundo, con un análisis de los cambios en la distribución de los ingresos (Llamas Remba et al., 2020).

---

<sup>4</sup> De acuerdo a Mancilla Castro (2015), el principio de progresividad surge en el derecho internacional, y tiene entre sus primeros antecedentes al Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos (1966) y a la Convención Interamericana de Derechos Humanos (1969). Según (Real Academia Española [RAE], s.f.) la progresividad es la cualidad de aquello que es progresivo, es decir, que avanza o aumenta de manera gradual.

<sup>5</sup> Estas medidas estructurales pueden ser: la progresividad media impositiva (cambio de la tasa media del impuesto), la progresividad de la tasa marginal (tasa de cambio de la tasa marginal impositiva), la progresión de la cuota (elasticidad de pagos impositivos con respecto al ingreso antes de impuestos) o la progresión residual (elasticidad de ingresos después de impuestos con respecto al ingreso antes de impuestos).



Sánchez Galván et al. (2017) utilizan un enfoque de la teoría de juegos cooperativos para estudiar la determinación de los costos en un problema de ruteo<sup>6</sup> usando para ello modelos de ruteo de vehículos con capacidad (CVRP)<sup>7</sup> y el valor de Shapley<sup>8</sup> para la asignación de los costos (pagos) a (desde) los diferentes clientes. Esto se podría ver como una nueva distribución de los ingresos que sugiere Llamas Remba et al. (2020), donde los mismos podrían verse alterados por esta nueva distribución de costos. Sin embargo, los autores no enfatizan la progresividad de los costos, mismos que presentan algunas inconsistencias respecto a los cálculos presentados.

Respecto al valor de Shapley, en la literatura se encuentran formas alternativas de representación de dicho valor como los que se presentan en Felsenthal y Machover (1996). Al igual, existen otros valores como el valor de Banzhaf, el cual se ajusta más cuando los jugadores tienen su propio valor al juzgar una propuesta determinada (Sánchez, 1994).<sup>9</sup> Trabajos como el de Larios Ferrer, et al. (2022) y Larios Ferrer, et al. (2023) usan estos valores para formular juegos más dinámicos como los juegos en diferencias.

El valor de Shapley ha sido considerado por otro valor más general, llamado Valor Coalicional de Owen (VCO). En el trabajo de Owen (1977), se propuso una aproximación diferente que toma en cuenta el poder de decisión de los jugadores dentro de su coalición y el poder de la coalición dentro del conjunto total de coaliciones. Para lo anterior, es necesario formular un juego cociente,<sup>10</sup> el cual toma en cuenta el peso de cada una de las coaliciones involucradas en el juego y el peso de cada uno de los jugadores individuales; de esta manera se obtiene el VCO. En el trabajo de López y Saboya (2009) se presenta una

---

<sup>6</sup> El ruteo es un concepto usado en logística para referirse al término más formal denominado “enrutamiento” el cual, de acuerdo a Ahmed y AL-Asadi (2024) se refiere al proceso de selección de una ruta usado en redes computacionales. Para los fines perseguidos de este trabajo, el ruteo va más en el sentido de selección de una ruta para vehículos terrestres.

<sup>7</sup> Por sus siglas en inglés: *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). El CVRP es una variación del VRP básico, en el que los vehículos con capacidad de carga limitada necesitan recoger o entregar artículos en varios lugares (Rocha Medina, et al, 2011). Los artículos tienen un valor asociado a magnitudes como peso y los vehículos tienen una capacidad máxima que pueden transportar. El problema consiste en recoger o entregar los artículos de forma óptima, sin exceder la capacidad de los vehículos (Braekers et al., 2016).

<sup>8</sup> El objetivo del valor del valor de Shapley es determinar el costo que debe cubrir cada jugador en una situación donde los participantes están dispuestos a cooperar; este valor es más apropiado cuando todos los jugadores tienen un valor común al juzgar una propuesta. Su uso es común para resolver problemas en la ciencia política, ciencia económica, entre otras disciplinas. Se abunda más adelante sobre este concepto.

<sup>9</sup> El trabajo de Felsenthal y Machover (1997) define a un juego de votación ternaria, donde además de votar por un “sí” o por un “no”, lo que comúnmente se conoce como juego binario, se considera la abstención como una tercera opción a ser elegida por los votantes. Esta propuesta de generalización de los juegos simples incluye la suposición de que los votantes actúan de manera independiente con igual probabilidad de 1/3 de elegir cualquiera de estas tres opciones de voto y por ello se trabaja con una variante del Índice de Banzhaf (con el Valor de Shapley no se encuentran diferencias con respecto a los juegos binarios). Existen otras formas de presentación del valor de Shapley, como el que se muestra en Peleg y Sudholter (2007) y otras formas más generales (como la formulación probabilística) que se pueden consultar en Gilles (2010), así como aquellos trabajos como el de Borgonovo et al. (2024) y de Qin et al. (2025) donde muestran la relación de dicho índice con la inteligencia artificial y la Ciencia de datos, respectivamente.

<sup>10</sup> Juego que toma en cuenta a ciertos jugadores representantes de su coalición y a las coaliciones como jugadores grupales, además de tomar en cuenta a los jugadores individuales dentro de sus coaliciones.



relación entre el valor de Shapley y el VCO, donde se obtiene al valor de Shapley como un promedio de los valores de Owen sobre cada conjunto del mismo tipo de estructuras de coalición. Por otro lado, Giménez y Puente (2017) han propuesto una nueva metodología para calcular el VCO en términos de la extensión multilineal del juego original.

Existen otros valores alternativos al VCO, como el que se propone en el trabajo de Owen (1981), quien usa el valor de Banzhaf para modificar la forma en que se valora a los jugadores que se interrelacionan. A dicho valor se le suele llamar Valor de Banzhaf-Owen. Por su parte, en el trabajo de Alonso Meijide y Fiestras Janeiro (2002) se introduce el valor de Banzhaf aplicado en la valoración del juego cociente y el valor de Shapley aplicado a las uniones de coaliciones. Por último, existen trabajos como el de Pineda-Rodríguez et al. (2024) y el de Karczmarz et al. (2021) los cuales hacen estudios comparativos entre los valores de Banzhaf, Shapley y el VCO.

En la literatura revisada, no se identificaron trabajos que apliquen el VCO como mecanismo para definir pagos mediante costos progresivos en el transporte de mercancías. Los elementos que conforman dichos costos se asocian a la oportunidad de los clientes para establecer alianzas con sus pares en el traslado de mercancías, en adición a los factores tradicionales como el tipo y cantidad de flota vehicular, las distancias, la demanda individual y el costo del combustible. Este enfoque puede incrementar la competitividad empresarial e innovar en los esquemas de cobro; se trata de una propuesta 'progresiva' en el sentido de que asume un mayor costo aquel cliente que posee mayores oportunidades de formar alianzas.

Surge entonces la siguiente pregunta de investigación: ¿Es posible generar alguna propuesta de asignación de pagos para los diferentes clientes dentro de un problema de ruteo de vehículos que considere la capacidad de las empresas para asociarse entre ellas? De existir dicha propuesta, ¿Cuál sería la consecuencia para las empresas, principalmente aquellas con menor oportunidad de generar alianzas con sus pares, en la distribución de los costos por transporte? Por ello, el objetivo del trabajo es realizar una propuesta de asignación de pagos progresivos a los clientes de las empresas que cuentan con una red de transporte para satisfacer la demanda de sus mercancías.

Este objetivo general se logrará realizando los siguientes objetivos específicos:

- I. Presentar la teoría necesaria para el análisis de los casos de estudio
- II. Desarrollar códigos en algún lenguaje de programación para calcular los valores individuales y coalicionales que den lugar al pago progresivo, y
- III. Aplicar teoría y códigos propios a un estudio de caso, donde se muestren los resultados de aplicar un pago progresivo a los diferentes clientes, en particular de aquellas empresas más vulnerables al tener menos oportunidades de realizar alianzas.



Para cumplir con estos objetivos se seguirá una metodología cuantitativa, haciendo uso de tópicos de la teoría de juegos cooperativos y de simulaciones en *Scilab*;<sup>11</sup> el estudio se hace para un caso práctico donde se consideran elementos tales como: matriz de distancias entre clientes, tipo de flota vehicular, costo del combustible, entre otros.

En la primera parte del trabajo se abordan tópicos de la teoría de juegos cooperativos que se consideran necesarios presentar como lo son los diferentes valores de poder de decisión tanto individual, como coalicional. Después, se presentan algunos resultados obtenidos mediante *Scilab* y donde se hacen algunas sugerencias de distribución de costos entre clientes de una industria y que se consideran de alguna manera más justos. Por último, se presenta la discusión de estos resultados y las conclusiones.

## Marco conceptual y metodología

En esta parte del trabajo se presentan los conceptos necesarios de la teoría de juegos y que son necesarios para llegar a los resultados de la investigación; se presenta también el caso de estudio del que se parte para poder aplicar dicha teoría.

### Análisis de Estabilidad de Coaliciones (AEC)

En esta sección, se presentan 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).<sup>12</sup> Se comienza por estudiar lo que son los juegos cooperativos y uno de los principales valores de poder que se usan en el estudio de los mismos; luego, se presenta al Valor Coalicional de Owen donde se toma en cuenta el poder de decisión intercoalicional. Estas definiciones se pueden encontrar de igual manera en trabajos más recientes como el de Carreras y Magaña (2025).<sup>13</sup>

Definición 1 (Juego cooperativo (Carreras et al., 1992: 108)). Un juego cooperativo es un par  $\Gamma \equiv (N, v)$ , 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 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, cuya información se retoma en la función característica.

Definición 2 (Valor de Shapley (VS) (Gilles, 2010: 75)). Sea  $\Gamma = (N, v)$  un juego cooperativo, con  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  el conjunto de jugadores y  $v$  su función característica.

---

<sup>11</sup> *Scilab* es un programa informático para análisis numérico, con un lenguaje de programación de alto nivel para cálculo científico. Se usa este programa por su analogía con *Matlab* pero de uso libre y por ser apto para dar solución a este tipo de problemas.

<sup>12</sup> Existen trabajos como el de Monsuur y Janssen (2022) y de Carreras y Magaña (2025) donde se pueden abundar en este tipo de tópicos.

<sup>13</sup> Se retoman los trabajos anteriores de uno de los autores por la disponibilidad de los mismos al momento de escribir el marco conceptual del presente trabajo.

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 Valor de Shapley (VS) se define como:

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

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

(1)

Este valor 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 valor depende de las combinaciones del tamaño de las diferentes coaliciones de las que el jugador  $i$  puede formar, pero sin contarse a él mismo (reflejado en el término  $n-1 C_{s-1}$ ). El valor de Shapley es apropiado cuando todos los jugadores tienen un valor común al juzgar una propuesta.

Por último, se define al Valor Coalicional de Owen, el cual se puede interpretar como una generalización del valor de Shapley mediante estructuras de coalición. Para lo anterior, se presentan algunas definiciones pertinentes para abordar dicho valor.

Definición 3 (Estructura de coaliciones (Carreras et al., 1992: 5)). *Una estructura de coaliciones en un conjunto  $N$  es una partición de la forma:*

$$B \equiv \{N_1, N_2, \dots, N_m\},$$

donde  $m \leq n = |N|$ , esto último la cardinalidad del conjunto  $N$  y con:

- i)  $N_i \neq \emptyset, \forall i = 1, \dots, m,$
- ii)  $N_i \cap N_j = \emptyset, \forall i \neq j,$
- iii)  $\bigcup_{i=1}^m N_i = N.$

Definición 4 (Conjunto cociente de  $N$  (Carreras et al., 1992: 5)). Definiendo a  $j$  como el representante de  $N_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  se define al conjunto cociente de  $N$  con respecto a la partición  $B$ , como:

$$M \equiv \frac{N}{B} = \{[1], [2], \dots, [m]\} = \{1, 2, \dots, m\}.$$

Donde en esta última igualdad se hace un abuso de notación para fines de simplificación; una notación más adecuada sería definir a  $M \equiv \{n_1, n_2, \dots, n_m\}$ , con  $n_j$  el representante de la subcoalición  $N_j$ .

Definición 5 (Juego Cociente (JC) (Carreras et al., 1992: 5)). Dado un juego  $v$  sobre un conjunto de jugadores  $N$ ,  $B$  una partición de  $N$  y  $M$  el conjunto cociente de  $N$  con respecto a la partición  $B$ , entonces se define al Juego Cociente (JC)  $v_B$  sobre  $M$  como:

$$v_B \equiv v_B(J) = v(\bigcup_{j \in J} N_j), \text{ para cada } J \subseteq M.$$

Con las dos definiciones anteriores, se presenta al Valor Coalicional de Owen.

Definición 6 (Valor Coalicional de Owen (VCO) (Carreras et al., 1992: 6)). Sea  $N$  un conjunto de jugadores y  $B$  una estructura de coaliciones de  $N$ ; sea  $M$  el conjunto cociente de  $N$  con respecto a la partición  $B$ . Entonces, para cada jugador  $i \in N_j$ , donde  $N_j$  es una subcoalición de  $N$ , se define al Valor Coalicional de Owen (VCO) como:

$$\phi_i \equiv \phi_i[v; B] = \sum_H \sum_K \frac{h! (m-h-1)! k! (n_j - k - 1)!}{m! n_j!} [v(Q \cup K \cup \{i\}) - v(Q \cup K)],$$

donde  $j \notin H \subseteq M$ ,  $i \notin K \subseteq N_j$ ,  $Q = \bigcup_{r \in H} N_r$  y  $m, h, k$  y  $n_j$  son los cardinales respectivos de  $M, H, K$  y  $N_j$ .

Es importante señalar que en la definición anterior se debe considerar al conjunto vacío tanto para  $K$  como para  $H$  (y por tanto para  $Q$ ). Además, si sólo existe una subcoalición  $N_1$  con más de un jugador, la forma en que se debe tomar a  $B$  es la siguiente:  $B = \{N_1, J_2, J_3, \dots, J_m\}$  donde  $J_s$ ,  $s = 2, \dots, m$  son los jugadores que no están contemplados en  $N_1$ . Además, en todos los casos se debe poner a  $M$  de la forma  $M = \{1, \dots, m\}$  para que la unión de subcoaliciones en  $Q$  sean las apropiadas.<sup>14</sup>

### Caso de estudio del que se parte

Para mostrar la aplicación de la teoría de juegos mostrada con anterioridad y para fines comparativos, se analizó un caso de estudio encontrado en la literatura donde se usa únicamente al VS y donde se detectaron algunos errores y omisiones en los cálculos. Adicionalmente, se programa el VCO usando particiones hipotéticas y que usan los mismos datos iniciales del VS, tales como matriz de distancias entre clientes, tipo de flota vehicular, costo del combustible, entre otros. En ambos valores, se realizan las simulaciones en *Scilab*.

Para fines de comparación, se retoma el caso de estudio presentado en Sánchez Galván et al. (2017) de una empresa del ramo abarrotero de la zona norte del estado de Veracruz. Se trata de una empresa dedicada a la distribución de abarrotes a mayoreo y menudeo con 22 puntos de distribución (clientes). El escenario abordado por los autores es el siguiente: se usa la matriz de distancias entre el almacén y los 22 clientes presentadas en Galván et al. (2015), se utiliza un vehículo con capacidad de nueve toneladas en cuatro rutas de reparto obtenidas mediante un modelo CVRP, las cuales se pueden observar en la tabla 2.

**TABLA 2**

**RUTAS OBTENIDAS CON EL MODELO CVRP**

Ruta	Nodos de la ruta	Km	Costo*
1	A→C1→C2→C8→A	112.90	\$ 509.66
2	A→C6→C5→C9→C7→A	207.80	\$ 938.07
3	A→C10→C11→C12→C13→C20→C18→C17→C 16 →C15→C14→C19→A	193.60	\$ 873.97

<sup>14</sup> En la literatura consultada no se hacen estas aclaraciones; en todos los casos sólo se muestra el resultado de dicho valor.

4	A→C3→C4→C21→C22→A	77.71	\$ 350.81
	Totales de cada ruta	592.01	\$2,672.51

Nota: Galván et al., 2017: 197.

Nota: \* El costo se obtiene multiplicando el kilometraje de cada ruta por el precio de un litro de combustible (\$15.80 aproximadamente) y dividiendo sobre 3.5 (el rendimiento del vehículo utilizado: 3.5 km por litro de combustible).

Es necesario aclarar que en el trabajo de Galván et al. (2017) se retoman los mismos elementos de su trabajo del año 2015, tales como el mismo ramo abarrotero, los mismos clientes, sus mismas demandas, mismo costo de combustible y donde en Galván et al. (2017) solo se analiza el caso para un vehículo de nueve toneladas de los nueve tipos de vehículos analizados en su trabajo de 2015 (vehículos de diferentes marcas con capacidad de 3.5, 4, 5, 6, 9 y 14 toneladas). En ambos trabajos, la manera en cómo se conforman las rutas está determinada por resultados obtenidos en CVRP y el programa informático *Lingo*.<sup>15</sup> La diferencia es que Galván et al. (2015) se enfoca más en la aplicación del modelo CVRP en el diseño de nuevas rutas con la finalidad de reducir los kilómetros recorridos con respecto a las rutas establecidas por la empresa. Por su parte, en Galván et al. (2017) realizan una propuesta de juego cooperativo usando el valor de Shapley para analizar únicamente un caso particular de su primer estudio.

Para cada una de las cuatro rutas presentadas en la tabla 2, los autores plantean un juego cooperativo y calculan el valor de Shapley mediante *Lingo*, conociendo para ello las distancias entre los 22 clientes (nodos). Resaltan que el juego cooperativo debe reunir los siguientes dos supuestos: el primero es que la empresa sea capaz de cubrir la demanda de todos los clientes y el segundo, que los clientes estén dispuestos a pagar por los costos de transporte. Por ello, el estudio de caso analiza una situación en la que los jugadores involucrados: clientes y el centro de distribución, estén dispuestos a cooperar para cubrir los costos relacionados con el transporte.)

Galván et al. (2017) encuentran el VS para cada uno de los jugadores de las rutas 1, 2 y 4, dejando pendiente como agenda futura de trabajo lo concerniente a la ruta 3 por la gran cantidad de coaliciones que se pueden formar con los 12 nodos-clientes<sup>16</sup> y por el carácter restrictivo de la licencia utilizada de *Lingo*.

## Resultados y discusión

En esta parte del trabajo se exponen los principales resultados encontrados y se discute respecto a los costos de las cuatro rutas presentadas en la tabla 2. Todos los resultados están soportados por códigos propios realizados en *Scilab 6.1.1*. Los datos para el análisis como distancias, flota vehicular, demandas de los clientes, entre otros, son retomados de los

<sup>15</sup> *Lingo* es una herramienta para resolver problemas de modelos de optimización matemáticos, aunque no es de uso libre.

<sup>16</sup> Un total de  $12! = 479,001,600$  posibles coaliciones a analizar.

trabajos de Galván et al. (2015, 2017); tanto sus resultados como los propios, son presentados en las tablas que enseguida se presentan.

En la tabla 3 se presenta un comparativo entre el costo inicial de cada ruta del caso de estudio con el VS encontrado en la literatura y el VS calculado de manera propia. Se encuentra el mismo VS para la ruta 1, valores diferentes para las rutas 2 y 4 y se haya el valor para la ruta 3. En todos los casos el costo arrojado con el VS es menor con respecto al costo óptimo inicial.

**TABLA 3**

**COMPARACIÓN ENTRE EL COSTO INICIAL DE CADA RUTA DEL CASO DE ESTUDIO CON EL VS ENCONTRADO EN OTRO TRABAJO Y EL VS PROPIO.**

Ruta de caso de estudio	Costo óptimo inicial*	Costo con VS obtenido en Sánchez Galván et al. (2017)	Costo con VS**
Ruta 1	\$ 509.66	\$ 385.55	\$ 385.55
Ruta 2	\$ 938.07	\$ 376.99	\$ 615.28
Ruta 3	\$ 873.97	-	\$ 706.92
Ruta 4	\$ 350.81	\$ 217.07	\$ 240.15

Nota: Elaboración propia con base a rutas obtenidas con un modelo CVRP.

Para fines de comparación, se usan los mismos datos reales del caso de estudio analizado.

En lo que sigue del trabajo, con la finalidad de referir al valor monetario que deben de realizar los clientes como consecuencia de sus posibles alianzas con otros clientes en diferentes coaliciones y de las demás variables económicas ya explicadas con anterioridad, se alude al costo inicial y a los costos obtenidos con los diferentes valores (VS y VCO) como pagos, siendo éstos progresivos cuando ya se incorpora el tema del pago con el VCO (a partir de la tabla 6).

En la tabla 4 se presentan las coaliciones con base a estructuras de coalición hipotéticas para calcular el VCO. En todas las rutas se toma en consideración, en la medida de lo posible, la cercanía de los nodos para la formación de subrutas.

**TABLA 4**

**COALICIONES HIPOTÉTICAS DE CADA RUTA PARA EL CÁLCULO DEL VCO.**

Ruta de caso de estudio	Coaliciones propuestas*
Ruta 1	$B_1 = (1; 2; 8)$
Ruta 2	$B_2 = (6; 5; 9; 7)$
Ruta 3	$B_3 = (10; 11; 12; 13; 20; 18; 17; 16; 15; 14; 19)$
Ruta 4	$B_4 = (3; 4; 21; 22)$

Nota: La propuesta se hace con base a la cercanía parcial de los clientes<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Al respecto se menciona que existe una gran variedad de maneras de proponer las estructuras de coalición. Puede deberse a factores estratégicos, políticas de cada empresa, entre otras variables a tomar en cuenta por los clientes o por la empresa vendedora (almacén).

En la tabla 5 se hace una comparación entre el VCO con el pago inicial de cada ruta del caso de estudio y el VS (para ver el VCO individual de cada cliente ver el Anexo 1 de este trabajo).<sup>18</sup> Salvo la Ruta 1, los pagos son más altos con el VCO que con el VS; esto es normal que suceda al considerar subrutas de la tabla 4 no necesariamente óptimas, lo que incrementa los costos. No obstante, el hecho de que el VCO tome en consideración las diferentes oportunidades que los clientes tienen para asociarse de manera interna en cada subruta, algo que con el VS no se realiza, parecería necesario tomarlo en cuenta para dar una propuesta de asignación de pagos de cada cliente.

**TABLA 5****COMPARACIÓN ENTRE EL PAGO INICIAL DE CADA RUTA DEL CASO DE ESTUDIO CON LOS VALORES ENCONTRADOS (VS Y VCO).**

Ruta de caso de estudio	Pago óptimo inicial	Pago con VS	Pago con VCO*
Ruta 1	\$ 509.66	\$ 385.55	\$ 220.54
Ruta 2	\$ 938.07	\$ 615.28	\$ 672.16
Ruta 3	\$ 873.97	\$ 706.92	\$ 983.71
Ruta 4	\$ 350.81	\$ 240.15	\$ 317.79

Nota: Elaboración propia con base a estructuras de coalición hipotéticas mencionadas en la tabla 4.

Para fines de seguir una estructura de pagos que involucre de manera óptima al VCO, en la tabla 6 se presenta una propuesta de pagos justos para cada uno de los clientes que tiene en consideración este valor. Para lo anterior, se toma la proporción que representa el pago individual de cada cliente obtenido con el VCO (ver Anexo 1) con base al pago total de la ruta a la que pertenece dicho cliente con ese mismo valor (cantidades obtenidas en cuarta columna de la tabla 5); después, dicha proporción se multiplica por el VS de cada ruta (cantidades obtenidas en tercera columna de la tabla 5).

**TABLA 6****PROPIUESTA DE PAGOS JUSTOS DE LOS CLIENTES SEGÚN EL VCO.**

Cliente*	Ruta a la que pertenece	Pago con VS	Pago sugerido con el VCO**	Diferencia entre pagos (VCO-VS)
1.- Tempoal	Ruta 1	\$ 57.33	\$ 60.35	\$ 3.02
2.- El Higo	Ruta 1	\$ 92.78	\$ 122.35	\$ 29.57
3.- Platón	Ruta 4	\$ 35.33	\$ 65.33	\$ 30.00
4.- Chalma	Ruta 4	\$ 18.46	\$ 63.44	\$ 44.98
5.- Chicontepec	Ruta 2	\$ 28.13	\$ 86.16	\$ 58.03
6.- Benito Juárez	Ruta 2	\$ 95.55	\$ 147.73	\$ 52.18
7.- Zontecomatlán	Ruta 2	\$ 257.38	\$ 201.24	-\$ 56.14
8.- Pánuco	Ruta 1	\$ 235.43	\$ 202.85	-\$ 32.58
9.- Ixhuatlán de M.	Ruta 2	\$ 234.21	\$ 180.16	-\$ 54.05
10.- Ixcatepec	Ruta 3	\$ 73.13	\$ 62.07	-\$ 11.06

<sup>18</sup> Se decide por no poner estos valores en el cuerpo del trabajo para no generar confusión en la sugerencia de asignación de pagos con el VCO, la cual se muestra en la tabla 6.



11.- Chontla	Ruta 3	\$ 24.52	\$ 52.43	\$ 27.91
12.- Citlaltepetl	Ruta 3	\$ 15.65	\$ 47.25	\$ 31.60
13.- Tantima	Ruta 3	\$ 16.11	\$ 57.59	\$ 41.48
14.- Tepetzintla	Ruta 3	\$ 130.65	\$ 100.60	-\$ 30.05
15.- Cerro Azul	Ruta 3	\$ 42.14	\$ 28.34	-\$ 13.80
16.- Tancoco	Ruta 3	\$ 68.60	\$ 55.85	-\$ 12.75
17.- Naranjos	Ruta 3	\$ 72.24	\$ 57.89	-\$ 14.35
18.- Chinampa de G.	Ruta 3	\$ 42.52	\$ 47.72	\$ 5.20
19.- Álamo Temapache	Ruta 3	\$ 201.78	\$ 136.37	<b>-\$ 65.41</b>
20.- Tamalín	Ruta 3	\$ 19.53	\$ 60.81	\$ 41.28
21.- Huejutla	Ruta 4	\$ 59.16	\$ 34.97	-\$ 24.19
22.- San Felipe O.	Ruta 4	\$ 127.18	\$ 76.41	<b>-\$ 50.77</b>
<b>Total de pagos***</b>		<b>\$ 1,947.81</b>	<b>\$ 1,947.90</b>	

Nota: Datos retomados de caso de estudio de Sánchez Galván et al. (2015).

Nota: se toma como la proporción con respecto al total obtenido del VCO, pero considerando el valor del pago con el VS de cada ruta (cantidades obtenidas en tercera columna de la tabla 5). La diferencia es por el redondeo en decimales en algunos pagos individuales.

Como se puede ver, en la última columna de la tabla 6, la diferencia entre el VCO y el VS es positiva para algunos clientes y negativa para otros, donde se han remarcado en negrita aquellos casos de cada ruta que se verían más beneficiados con esta nueva propuesta.

Por último, en la tabla 7 se expone una propuesta de pagos justos por ruta según el VCO, donde se considera el costo de la coalición con el VS y las proporciones del costo de las mismas con el VCO.

**TABLA 7**

**PROPUESTA DE PAGOS JUSTOS POR RUTA SEGÚN EL VCO.**

	Porcentaje del pago de coalición con el VS	Pago de coalición con el VS	Porcentaje del pago de coalición con el VCO	Pago de coalición con el VCO*	Diferencia entre pagos (VCO-VS)
Ruta 1	19.8%	\$ 385.54	10.1%	\$ 195.77	-\$ 189.77
Ruta 2	31.6%	\$ 615.27	30.6%	\$ 596.69	-\$ 18.58
Ruta 3	36.3%	\$ 706.87	44.8%	\$ 873.24	\$ 166.37
Ruta 4	12.3%	\$ 240.13	14.5%	\$ 282.11	\$ 41.98
<b>Total:</b>	<b>100.0%</b>	<b>\$ 1,947.81</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 1,947.81</b>	

Nota: Se considera el pago total del VS y los porcentajes del VCO.

Las soluciones explícitas del juego coalicional están determinadas por los pagos expuestos en estas dos últimas tablas. En la penúltima columna de la tabla 6 se tiene lo que cada cliente debe desembolsar en pesos mexicanos para que su demanda pueda ser satisfecha. Por otra parte, en la penúltima columna de la tabla 7, se presenta el pago de cada alianza formada por los clientes, misma que está determinada por lo expuesto en la tabla 4; por ejemplo, siguiendo la ruta 1, entre los clientes 1 (Tempoal), 2 (El Higo) y 8 (Pánuco) deben pagar \$ 195.77.



De acuerdo con lo observado en las Tablas 6 y 7, la propuesta de pago progresivo conlleva una disminución de los costos para aquellos clientes con menor oportunidad de asociarse. Específicamente, existe una reducción significativa en los montos asignados a los clientes ubicados en los municipios de Zontecomatlán, Pánuco, Álamo Temapache y San Felipe Orizatlán. Por su parte, la Ruta 1 resulta ser la más beneficiada, dado que cuenta con menos clientes en alianza según la estructura de coalición presentada en la Tabla 4.

## Conclusiones

El presente artículo expone una propuesta para la reasignación de las cuotas de transporte de mercancías entre los clientes de una misma industria. Se considera un planteamiento innovador, dado que incorpora un criterio de progresividad: paga menos quien posee menores posibilidades de establecer alianzas para el traslado de sus productos. De esta manera, se responde afirmativamente a la pregunta de investigación, evidenciando consecuencias positivas para aquellos clientes con menor capacidad de asociación.

En un contexto de información completa suministrada por las empresas, y mediante la aplicación de la teoría de juegos y los códigos de programación desarrollados, se realizó un análisis comparativo frente a otras propuestas de la literatura sobre distribución de costos de transporte. Este examen evidenció diferencias considerables en los pagos asignados a cada cliente, arrojando resultados inéditos que no se habían reportado en estudios previos.

La Tabla 3 presenta el costo de la Ruta 3 calculado mediante el VS, un resultado que no fue posible obtener en el trabajo de Sánchez Galván et al. (2017). En comparación con el pago óptimo inicial, el uso del VS generó una disminución considerable en los costos de las cuatro rutas. Esta tendencia se replicó con el VCO (Tabla 5), a excepción de la Ruta 3, la cual registró un incremento. Este comportamiento resulta esperable, dado que, al considerar las coaliciones de la Tabla 4, la secuencia no necesariamente se ajusta a la ruta óptima sugerida por los modelos CVRP. En consecuencia, se plantea una reconfiguración en la asignación de pagos que puede ser adoptada por diversos tipos de proveedores, desde empresas transnacionales hasta pequeñas y medianas empresas (PyMES) dedicadas al transporte de mercancías.

Las Tablas 6 y 7 presentan, respectivamente, la valoración local (interna) y global (externa) derivadas del VCO; este nivel de desglose no es posible mediante el método VS. El análisis de la valoración interna sugiere ajustes en la asignación de cuotas para los clientes del caso de estudio. Bajo este esquema, resultan favorecidos aquellos actores con menores posibilidades de establecer coaliciones con sus pares.

Los resultados expuestos en la Tabla 7 evidencian la viabilidad de implementar esta propuesta de carácter progresivo. En consecuencia, la empresa distribuidora puede decidir reconfigurar las cuotas por ruta con el fin de beneficiar a los clientes más vulnerables, entendidos como aquellos con menores posibilidades de establecer alianzas. Tanto el Valor de Shapley (VS) como el VCO pueden utilizarse como referencia para la reasignación de costos logísticos, incluso considerando el costo real de cada ruta como porcentaje del total. Esto resulta útil ante escenarios donde la empresa vendedora opte por no reducir las cuotas globales, sino redistribuirlas equitativamente entre sus clientes. Las limitaciones del



presente estudio radican en la capacidad computacional frente al número de clientes, dado el crecimiento exponencial de las posibles alianzas. Con el equipo utilizado, se simularon casos hipotéticos de hasta 30 clientes. Si bien los algoritmos desarrollados en *Scilab* son escalables, se comprobó que al incrementar la cantidad de nodos aumenta significativamente la complejidad de cálculo, requiriendo hardware de mayor potencia para procesar los resultados.

La originalidad de la propuesta sugiere su aplicabilidad inicial en empresas regionales (Hidalgo) y su potencial expansión nacional e internacional, incorporando variables de transporte aéreo y marítimo. Su implementación efectiva requeriría un acuerdo común entre los clientes, o bien, podría establecerse mediante políticas corporativas de la empresa matriz e incluso a través de políticas públicas gubernamentales orientadas a proteger a las PyMES mediante la reducción de sus costos logísticos.

Adicionalmente, la optimización de rutas contribuye a la sostenibilidad del transporte de mercancías al disminuir las distancias recorridas y, por ende, las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo energético. Según la Agencia Internacional de Energía (AIE), el transporte representa cerca del 25% de las emisiones globales, siendo el transporte por carretera el principal contribuyente. Por tanto, minimizar los trayectos resulta clave para mitigar el impacto ambiental (Lanjatrans, 2025). Como agenda futura, se propone extender este análisis a otras industrias, particularmente en la región Tula-Tepeji (Hidalgo), y colaborar con otras instituciones para escalar el estudio a nivel nacional. Para ello, resulta indispensable la cooperación del sector privado, pues el acceso a mayor información empresarial permitirá obtener modelos más robustos y precisos. 

## Agradecimientos

Se agradece al Departamento de Sistemas Informáticos de la Universidad Politécnica de la Energía por las facilidades y el apoyo brindado para correr algunas simulaciones de esta investigación en sus servidores.

## Anexos

### Anexo 1

**TABLA 8**

**PAGOS OBTENIDOS PARA LOS CLIENTES CON EL VCO.**

Cliente*	Ruta a la que pertenece	Pago con VS	Pago obtenido con el VCO**
1.- Tempoal	Ruta 1	\$ 57.33	\$ 34.52
2.- El Higo	Ruta 1	\$ 92.78	\$ 69.98
3.- Platón	Ruta 4	\$ 35.33	\$ 86.45
4.- Chalma	Ruta 4	\$ 18.46	\$ 83.95
5.- Chicuantepec	Ruta 2	\$ 28.13	\$ 94.12
6.- Benito Juárez	Ruta 2	\$ 95.55	\$ 161.38
7.- Zontecomatlán	Ruta 2	\$ 257.38	\$ 219.84
8.- Pánuco	Ruta 1	\$ 235.43	\$ 116.03
9.- Ixhuatlán de M.	Ruta 2	\$ 234.21	\$ 196.81
10.- Ixcatepec	Ruta 3	\$ 73.13	\$ 86.37
11.- Chontla	Ruta 3	\$ 24.52	\$ 72.96
12.- Citlaltepetl	Ruta 3	\$ 15.65	\$ 65.75
13.- Tantima	Ruta 3	\$ 16.11	\$ 80.14
14.- Tepetzintla	Ruta 3	\$ 130.65	\$ 139.98
15.- Cerro Azul	Ruta 3	\$ 42.14	\$ 39.43
16.- Tancoco	Ruta 3	\$ 68.60	\$ 77.72
17.- Naranjos	Ruta 3	\$ 72.24	\$ 80.55
18.- Chinampa de G.	Ruta 3	\$ 42.52	\$ 66.40
19.- Álamo Temapache	Ruta 3	\$ 201.78	\$ 189.76
20.- Tamalín	Ruta 3	\$ 19.53	\$ 84.61
21.- Huejutla	Ruta 4	\$ 59.16	\$ 46.27
22.- San Felipe O.	Ruta 4	\$ 127.18	\$ 101.11
<b>Total de pagos ***</b>		<b>\$ 1,947.81</b>	<b>\$ 2,194.13</b>

Notas: Datos retomados de caso de estudio de Sánchez Galván et al. (2015).

Se toma en cuenta la estructura de coalición presentada en la tabla 4. El pago total con el VCO es mayor, pues dentro de la estructura de coalición utilizada se toman rutas que no necesariamente son las óptimas.

## Referencias

- Abdallah, H. (2004). *Guidelines for Assessing Cost in a Logistics System: An Example of Transport Cost Analysis*, Inc./Deliver, Arlington.  
[http://www.jsi.com/JSIInternet/Inc/Common/\\_download\\_pub.cfm?id=11102&lid=3](http://www.jsi.com/JSIInternet/Inc/Common/_download_pub.cfm?id=11102&lid=3)
- Ahmed, H. A., y AL-Asadi, H. A. A. (2024). An Optimized Link State Routing Protocol with a Blockchain Framework for Efficient Video-Packet Transmission and Security over Mobile Ad-Hoc Networks. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 13(2), 22.  
<https://doi.org/10.3390/jsan13020022>
- Alonso Meijide, J. M. y Fiestras Janeiro, M. G. (2002). Modification of the Banzhaf value for games with a coalition structure, *Annals of Operations Research*, 109: 213-227.  
<https://doi.org/10.1023/A:1016356303622>
- Ávila Ortiz, Y. J. (2017). *Modelo y metodología que identifica los costos de producción y costos logísticos: caso empresa de calzado de la ciudad de Santiago de Cali*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Occidente]. <http://hdl.handle.net/10614/9661>
- Borgonovo, E., Plischke, E., y Rabitti, G. (2024). *The many Shapley values for explainable artificial intelligence*. *European Journal of Operational Research*, 316(1).  
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.06.023>
- Braekers, K., Ramaekers, K., y Nieuwenhuyse, I. V. (2016). The vehicle routing problem: State of the art classification and review, *Computers and Industrial Engineering*, 99, 300–313.  
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007>
- 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. <https://www.cepc.gob.es/sites/default/files/2021-12/16838repne082160.pdf>
- Carreras, F. y Magaña, A. (2025). *Stability for Coalition Structures in Terms of the Proportional Partitional Shapley Value*, *Homo Oeconomicus*, 42, 115–155.  
<https://doi.org/10.1007/s41412-024-00143-8>
- Carreras, F. y Owen, G. (1995). Valor coalicional y estrategias parlamentarias, *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 71/72, 157-176. <https://doi.org/10.5477/cis/reis.71-72.157>
- Felsenthal, D. S. y Machover, M. (1996). Alternative forms of the Shapley Value and the Shapley-Shubik Index, *Springer*, 87(3), 315-318. <https://doi.org/10.1007/BF00118651>
- Gilles, R. P. (2010). *The Cooperative Game Theory of Networks and Hierarchies*, Springer, New York.
- Giménez, J. y Puente, M. (2017). A New Procedure to Calculate the Owen Value en *Proceedings of the 6th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems – ICORES*. SciTePress, 228-233. <https://doi.org/10.5220/0006113702280233>
- Karczmarz, A., Mukherjee, A., Sankowski, P., y Wygocki, P. (2021). *Improved feature importance computations for tree models: Comparing Shapley and Banzhaf values*, *arXiv:2108.04126*, 1-38. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.04126>

Lambert, D. M., Stock, J. R. y Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*, Irwin/Mc-Graw-Hill, Boston.

Larios Ferrer, J. L., Helu Jiménez, A. M., y Reyes García, J. C. (2022). 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*, 20(1), 101–126. <https://doi.org/10.18381/eq.v20i1.7266>

Larios Ferrer, J. L., Vega-Ortiz, C., y Redondo Galván, A. (2023). Análisis de estabilidad coalicional entre las aerolíneas mexicanas dentro del mercado de transporte aéreo de mercancías antes y durante la Covid-19, *Contaduría y Administración*, 68(4), 261-286. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2023.4908>

Lanjatrans (10 de junio de 2025). *Reducción del impacto ambiental en el transporte de mercancías*. <https://lanjatrans.com/reduccion-del-impacto-ambiental-en-el-transporte-de-mercancias/#:~:text=La%20dependencia%20hist%C3%B3rica%20de%20combustibles%20f%C3%B3siles%20ha,25%25%20de%20las%20emisiones%20globales%20de%20CO%E2%82%82>

Llamas Remba, L. I., Huesca Reynoso, L., y Gutiérrez Flores, L. (2020). Abordajes metodológicos y empíricos de la progresividad tributaria: una aplicación para el sistema fiscal de México, *Economía: teoría y práctica*, (53), 121-149. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/532020/lamas>

López, S. y Saboya, M. (2009). On the relationship between Shapley and Owen values, *Central European Journal of Operations Research*, (17), 415–423. <https://doi.org/10.1007/s10100-009-0100-8>

Mancilla Castro, R. G. (2015). El principio de progresividad en el ordenamiento constitucional mexicano, *Cuestiones Constitucionales*, 1(33), 81-103. <https://doi.org/10.1016/j.rmdc.2016.03.016>

Monsuur, H., y Janssen, R. H. P. (2022). *Structural Stability of Coalitions: A Formal Model Highlighting the Role of Participants Positioned between Members and Neutral Actors*. Games, 13(1), 17. <https://doi.org/10.3390/g13010017>

Orjuela Castro, J. A., Suárez-Camelo, N., y Chinchilla-Ospina, Y. I. (2017). Costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministro: una revisión de la literatura, *Cuadernos De Contabilidad*, 17(44), 377-420. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc17-44.clmc>

Owen, G. (1977). Values of games with a priori unions en Henn, R. y Otto M. (eds.) *Mathematical Economics and Game Theory. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*. Springer, 76-88. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-45494-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-45494-3_7)

Owen, G. (1981). Modification of the Banzhaf-Colman index for games with a priori unions en Holler, M. J. (ed.) *Power, Voting, and Voting Power*. Physica-Verlag, 232-238. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-00411-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-662-00411-1_17)

Parra Ortega, O. J. (2013). Componentes de costo en los modelos de diseño de cadenas de abastecimiento, *Poliantea*, 6(10), 201-207. <https://doi.org/10.15765/plnt.v6i10.237>

Peleg, B. y Sudholter, P. (2007). *Introduction to the Theory of Cooperative Games* (2nd Ed.). Springer, USA.

Pineda-Rodríguez, L., Nava-Tepozán, O., Grados, M., Moreno-Fernández, D., y Reyes-Núñez, L. (2024). *Shapley and Owen values for model output explainability: A hands-on case study*, BBVA AI Factory. <https://www.bbvaafactory.com/shapley-and-owen-values-for-model-output-explainability-a-hands-on-case-study/>

Qin, L., Zhu, Y., Liu, S., Zhang, X., y Zhao, Y. (2025). *The Shapley Value in Data Science: Advances in Computation, Extensions, and Applications*. Mathematics, 13(10), 1581. <https://doi.org/10.3390/math13101581>

Real Academia Española [RAE] (s.f.). En Diccionario de la lengua española (versión en línea). Recuperado el 29 de diciembre de 2025, de [del.rae.es](http://del.rae.es).

Rocha Medina, L. B., González La Rota, E. C. y Orjuela Castro, J. A. (2011). Una Revisión al Estado del Arte del Problema de Ruteo de Vehículos: Evolución Histórica y Métodos de Solución, *Ingeniería*, 16(2), 35–55. <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/3832>

Sánchez Galván, F., Bautista Santos, H., Mora Castellanos, C., y Alcaraz Zuñiga, C. A. (2015). Rediseño de rutas en una PyME utilizando el problema de ruteo de vehículos con capacidad, *Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla*. <https://drive.google.com/file/d/0B6db0oTJB5NhUTM4VUlqUm1ObXc/view?usp=sharing>

Sánchez Galván, F., Garay Rondero, C. L., Mora Castellanos, C., Gibaja Romero, D. E. y Bautista Santos, H. (2017). Transport costs optimization under game theory approach. Case study, *Nova Scientia*, 9(19), 185–210. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i19.1051>

Sánchez, S. F. (1994). *Introducción a la matemática de los juegos*, Siglo XXI Editores, México.



Como citar:

Larios Ferrer, J. L., Cuevas Vargas, H., y Badillo Maldonado, M. (2026) El Valor Coalicional de Owen como alternativa de pago progresivo en la optimización de costos de transporte de mercancías. *Administración y Organizaciones*, 29(56).

<https://doi.org/10.24275/LHEL6733>



*Administración y Organizaciones* de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.