

ANALISIS DEL SECTOR CEMENTERO COLOMBIANO A PARTIR DE LA TEORIA DE JUEGOS

ANDRÉS PARRA FERNÁNDEZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Financiero

Director: Andrés García Suaza



**UNIVERSIDAD EIA
PROGRAMAS ACADÉMICOS EN LOS QUE SE ENMARCA
ENVIGADO
2019**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Este resultado se lo dedico a mis padres, por entregarme su amor y su apoyo incondicional. Les voy a estar eternamente agradecido y todos los logros en mi vida serán gracias a ustedes.

Los amo, muchas gracias.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, Edgar Parra Castro y María del Carmen Fernández por todo el apoyo brindado en todos los aspectos de mí vida y por contribuir con ideas indispensables para el desarrollo de este trabajo. Agradezco a mi pareja, Natalia Aguirre Henao por brindarme todo su cariño y siempre creer en mis capacidades.

Una especial mención al departamento de internacionalización de la universidad EIA por haber hecho posible mi intercambio a Hanyang University en Seúl, Corea del Sur, donde tuve mi primer acercamiento al contexto de teoría de juegos. De igual manera agradezco a Hanyang University y en específico a mi profesor de teoría de juegos Kwang-ho Kim, por haberme enseñado esta herramienta y ser tan atento a mis dudas cuando cursé su materia.

Agradezco de igual manera a mi director de trabajo de grado, Andrés García Suaza por su gran disposición de ayuda con el desarrollo de este trabajo, de igual manera al profesor Jorge Esteban Mesías por darme la idea inicial de trabajar en torno al sector cementero colombiano.

Muchas gracias.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. PRELIMINARES.....	11
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Objetivos del proyecto	12
1.2.1 Objetivo General.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 Marco de referencia.....	13
1.3.1 Antecedentes.....	13
1.3.2 Marco teórico.....	15
2. METODOLOGÍA.....	16
3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.....	57
REFERENCIAS	59

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

LISTA DE TABLAS

	pág.
<i>Tabla 1: Tabla de decisiones inicial.....</i>	25
<i>Tabla 2: Tabla de decisiones con situaciones numeradas.....</i>	27
<i>Tabla 3: Tabla de decisiones situación numero 1.....</i>	29
<i>Tabla 4: Tabla de decisiones situación numero 2</i>	31
<i>Tabla 5: Tabla de decisiones situación numero 3</i>	33
<i>Tabla 6: Tabla de decisiones situación numero</i>	35
<i>Tabla 7: Tabla de decisiones situación numero 1</i>	37
<i>Tabla 8: Tabla de decisiones situación numero 2.....</i>	39
<i>Tabla 9: Tabla de decisiones situación numero 3.....</i>	41
<i>Tabla 10: Tabla de decisiones situación numero 4.....</i>	43
<i>Tabla 11: Margen bruto de las compañías estudiadas entre 2010 y 2012. Fuente: Calculo a partir de estados de resultados publicados por las empresas.</i>	44
<i>Tabla 12: Margen bruto de las compañías estudiadas en 2018. Fuente: Calculo a partir de estados de resultados publicados por las empresas.</i>	44
<i>Tabla 13: Beneficios para primer escenario en la situación numero 1</i>	45
<i>Tabla 14: Beneficios para primer escenario en la situación numero 2.....</i>	45
<i>Tabla 15: Beneficios para primer escenario en la situación numero 3.....</i>	45
<i>Tabla 16: Beneficios para primer escenario en la situación numero 4.....</i>	46
<i>Tabla 17: Beneficios para segundo escenario en la situación numero 1.....</i>	47
<i>Tabla 18: Beneficios para segundo escenario en la situación numero 2.....</i>	47
<i>Tabla 19: Beneficios para segundo escenario en la situación numero 3.....</i>	47

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

<i>Tabla 20: Beneficios para segundo escenario en la situación numero 4.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 21: Modelo completo con pagos definidos primer escenario</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 22: Modelo completo con pagos definidos segundo escenario.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 23:Modelo resuelto primer escenario.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 24: Modelo resuelto segundo escenario.....</i>	<i>56</i>

LISTA DE FIGURAS

	pág.
<i>Ilustración 1: Árbol binomial inicial</i>	24
<i>Ilustración 2: Arbol binomial con situaciones numeradas</i>	26
<i>Ilustración 3 : Arbol de decisiones situacion numero 1</i>	28
<i>Ilustración 4: Arbol de decisiones situacion numero 2</i>	30
<i>Ilustración 5:Árbol de decisiones situación numero 3</i>	32
<i>Ilustración 6: Árbol de decisiones situación numero 4</i>	34
<i>Ilustración 7: Árbol de decisiones situación numero 1</i>	36
<i>Ilustración 8:Árbol de decisiones situación numero 2</i>	38
<i>Ilustración 9: Árbol de decisiones situación numero 3</i>	40
<i>Ilustración 10: Árbol de decisiones situación numero 4</i>	42
<i>Ilustración 11: Modelo completo con pagos definidos primer escenario</i>	49
<i>Ilustración 12:Modelo completo con pagos definidos segundo escenario</i>	51
<i>Ilustración 13: Modelo resuelto primer escenario</i>	53
<i>Ilustración 14: Modelo resuelto segundo escenario</i>	55

RESUMEN

Este trabajo busca hacer un análisis de las dinámicas de mercado llevadas a cabo por las principales empresas del sector cementero colombiano a través de la teoría de juegos y sus diferentes modelos, los cuales son comúnmente utilizados para evaluar dinámicas de competencia entre varios entes.

Para el análisis de la competencia entre los participantes del mercado del cemento, se analizan las diferentes situaciones históricas del mercado, tales como los márgenes que tuvieron las empresas en diferentes periodos de tiempo y las sanciones que llevó a cabo la superintendencia de industria y comercio por presunta cartelización dentro del mercado. Se selecciono un modelo de teoría de juegos llamado modelo de Stackelberg para pasar a adaptarlo a la situación del mercado en cuestión, para posteriormente modelar la situación a analizar y llevar a cabo un análisis desde diferentes perspectivas.

Por último, se encontrará el desarrollo del equilibrio de Nash perfecto en subjuegos, el cual fue seleccionado como la mejor herramienta para llevar a cabo un análisis de las situaciones finales planteadas por el modelo propuesto. Por medio de la utilización de esta técnica, en el modelo planteado en dos horizontes temporales diferentes (uno en el cual no hay sanciones por parte del ente regulador y otro en el que sí), se encontró que en el escenario en el cual se parte del supuesto de que no hay sanciones, los competidores optan por llevar a cabo una colusión, mientras que, en el escenario contrario, ninguno de los competidores estaría interesado en esta posibilidad.

ABSTRACT

This work seeks to analyze the market dynamics carried out by the main companies in the Colombian cement sector through game theory and its different models, which are commonly used to evaluate competition dynamics among several entities.

For the analysis of the competition among the participants of the cement market, the different historical situations of the market are analyzed, such as the margins that the companies had in different periods of time and the sanctions carried out by the superintendence of industry and commerce for alleged cartelization within the market. A game theory model called Stackelberg model was selected to adapt it to the situation of the market in question to later model the situation to analyze and carry out an analysis from different perspectives.

Finally, the development of the perfect Nash equilibria in subgames will be found, which was selected as the best tool to carry out an analysis of the final situations posed by the proposed model. Through the use of this technique, in the model proposed in two different time horizons (one in which there are no penalties by the regulatory entity and the other in which there are), it was found that in the scenario in which it starts from the assumption that there are no penalties, competitors choose to carry out a collusion, while, in the opposite scenario, none of the competitors would be interested in this possibility.

INTRODUCCIÓN

Durante varios periodos en el tiempo, la Super Intendencia de Industria y Comercio (SIC) identificó la cooperación entre las tres principales empresas cementeras del país (Argos, Cemex y Holcim) bajo la modalidad de paralelismo consciente y pasó posteriormente a abrir una investigación y luego llevar a cabo una sanción. Esta situación será usada como ejemplo y como herramienta para justificar la importancia y relevancia de la teoría de juegos en la toma de decisiones corporativas y cuan efectiva puede llegar a ser dicho método cuando se es correctamente aplicado.

La modelación del tema en cuestión (colusión o cartelización) se lleva a cabo en dos momentos temporales, entre enero de 2010 y diciembre de 2012, en el cual, según la SIC ocurre el ultimo escenario de colusión entre las tres principales compañías del sector y en diciembre de 2018, el ultimo escenario anual de resultados al cual se tiene acceso al momento de realizar este trabajo.

Para el desarrollo del modelo, se lleva a cabo una metodología paso a paso, iniciando por una introducción al problema en sí, una pequeña descripción del sector y sus situaciones de mercado y las sanciones impuestas por el ente regulador. Posteriormente se pasa a la adaptación de un modelo previo de teoría de juegos a la situación del sector en cuestión y el desarrollo de los gráficos y tablas necesarios para el óptimo entendimiento de las situaciones planteadas. Luego, se pasa a la cuantificación de los beneficios de cada participante, según los parámetros de racionalidad de los cuales parte la técnica de la teoría de juegos. Por último, luego de tener el modelo con su respectiva matriz de pagos, se lleva a cabo un análisis de que equilibrio es el mejor para explicar la situación particular de este sector y que técnica se debe utilizar para encontrar dicho equilibrio.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La teoría de juegos es el estudio de modelos matemáticos de conflicto y cooperación entre partes inteligentes y racionales que toman decisiones. La teoría de juegos brinda técnicas matemáticas para el análisis de situaciones en el cual dos o más individuos toman decisiones que influenciarán el bienestar mutuo (Myerson, 1997). Aunque es sabido que inicialmente fue desarrollado para el estudio de la economía, este método se ha utilizado para analizar estrategias y fenómenos en diversos campos como lo son las ciencias políticas y la sociología (Gorbaneff, 2012). Adicional a esto, es popularmente utilizado para la toma de decisiones dentro de compañías que se desarrollan en diferentes campos de negocio. Los distintos modelos que plantea la teoría de juegos dan la posibilidad de interpretar la toma de decisiones empresariales y su proceso a través de diferentes puntos de vista, lo cual significa una ilustración de la realidad que permite poder analizar y encaminar nuevas estrategias de negocio. Dicho proceso trata principalmente de analizar la competencia, pronosticando las posibles acciones que podrían ser tomadas por esta a la hora de tomar una decisión (González, Iglesias, Rugel, & Barros, 2017).

Un claro ejemplo de un sector el cual se facilita analizar a partir de la teoría de juegos es el sector cementero colombiano, el cual está conformado por un oligopolio¹ del cual hacen parte tres empresas: Cementos Argos, Cemex y Holcim (Macias & Castro, 2017). Inicialmente, el sector estaba compuesto por un mayor número de participantes, entre los cuales se incluían empresas que entraron a competir con una pequeña participación en el mercado, la cual en muchos casos era considerada insignificante por dicho oligopolio. Posteriormente la participación de empresas pequeñas en el mercado incrementó y las principales compañías decidieron implementar estrategias para reducir la participación de dichas empresas en diversas regiones del país (Duarte, 2014).

La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) sancionó a las tres principales compañías cementeras Colombianas (Argos, Cemex y Holcim) por haber integrado un cartel empresarial en la modalidad paralelismo consciente, dicha modalidad se utiliza para fijar los precios de un activo de manera artificial, y en este caso fue utilizada por las tres principales empresas cementeras para fijar los precios del cemento entre junio y diciembre de 2005 y repartirse el mercado de cemento en Colombia mediante a las resolución No. 51694 del 4 de diciembre de 2008 (Superintendencia de Industria y Comercio, 2008). y por cartelización empresarial para la fijación de los precios ex fábrica del cemento gris Portland Tipo 1 en el mercado

¹ Situación del mercado en la que el número de vendedores es muy reducido, de manera que controlan y acaparan las ventas de determinados productos como si hubiera monopolio.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

colombiano entre enero de 2010 y diciembre de 2012 mediante a la resolución No. 81391 del 11 de diciembre de 2017 (Superintendencia de Industria y Comercio, 2017).

- En la resolución No. 81391 del 11 de diciembre de 2017, la SIC señaló que en su investigación encontró que las características y la estructura del mercado del cemento colombiano lo convierten en un escenario altamente propenso a la colusión o cartelización empresarial, que las tres principales empresas del sector mantenían un ambiente de colaborativo, de colegaje, amiguismo y no competitivo, lo cual pudieron evidenciar en diferentes documentos, correos electrónicos, comunicaciones internas, entre otras evidencias. Igualmente, en esta misma resolución, la SIC pudo establecer que el precio ex fábrica del cemento gris Portland Tipo 1 en el mercado colombiano durante el período comprendido entre enero de 2010 y diciembre de 2012 aumentó el 29,9%, mientras que la inflación causada en ese mismo período de 3 años fue de 9,3%. Por otro lado, pudo establecer que el precio ex fábrica del cemento gris Portland tipo 1 tuvo un gran impacto en el poder adquisitivo de los colombianos, dado que, con un salario mínimo mensual en enero de 2010 se podían adquirir 37 bultos de cemento, en diciembre de 2012, con este mismo valor de referencia se podían adquirir 31 bultos de cemento. Por último, se estableció que los precios de venta del producto en cuestión superaron a los precios de fábrica en un 65%, lo cual deja una brecha grande que permitió generar ganancias supra naturales para las tres compañías (Superintendencia de Industria y Comercio, 2017).

Dados los informes e investigaciones de la SIC que explican claramente el funcionamiento de las tres principales empresas del sector y como estas toman y han tomado provecho de su amplio control del mercado, se puede pasar a analizar dicho comportamiento, las diferentes causas que tiene este y los distintos escenarios que se podrían presentar a través de la teoría de juegos.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

1.2.1 Objetivo General

Analizar el comportamiento de las dinámicas de mercado presentadas por el sector cementero colombiano en los últimos veinte años a partir de la teoría de juegos.

1.2.2 Objetivos Específicos

-Adaptar un modelo de teoría de juegos planteado previamente que se acomode de manera óptima a la situación del sector cementero colombiano.

-Proponer un sistema de pagos para el modelo elegido, en el cual se cuantificará el beneficio que obtendrían los distintos participantes del mercado.

-Identificar el equilibrio propuesto por el modelo que describa la situación final del mercado.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 ANTECEDENTES

La teoría de juegos se ha utilizado como herramienta para analizar las dinámicas de competencia en diferentes sectores económicos de distintos países en los cuales se presentan o se han presentado casos de industrias en las cuales se notaron modelos de competencia irregulares o poco competitivas, las cuales, normalmente, eran dominadas por un oligopolio.

Uno de los casos resaltables es el del sector eléctrico español, el cual fue investigado por Yepes Rodríguez para la Universidad Nacional de Educación a Distancia española en el 2005, en el cual se parte de los datos de la Red Eléctrica de España (REE), que muestra que las cuotas de mercado de las tres principales empresas en el año 2002 sumaron un 85%, lo cual es significativo para concluir que el mercado está controlado por estas tres compañías. Para el análisis de este sector, se elaboró un modelo basado en juegos dinámicos siguiendo el concepto del equilibrio perfecto de Markov, tomando como elemento principal una descripción de las dinámicas de competencia del mercado de producción según un enfoque tipo Cournot (Que las decisiones de las empresas se realicen de manera simultánea), de igual manera se consideró la entrada de nuevos competidores y los principales factores exógenos fueron incorporados mediante arboles binomiales. Luego del desarrollo y análisis de los modelos, el autor concluyó que la situación de la competencia en el sector eléctrico español en el año 2005 indicaba tener un significativo ejercicio de poder de mercado, aunque se notó que era más cercana a la competencia perfecta que a la situación de monopolio e igualmente se concluyó acerca de

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

los factores más influyentes en los resultados del mercado, entre los cuales resalta la disponibilidad de agua (Yepes Rodríguez, 2005).

Por otro lado, se encontró un análisis realizado en el año 2011 por Óscar Javier De La Garza Garza y Julio César Arteaga García para la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el cual se estudia la competencia de la industria cementera en México, teniendo como datos iniciales que el 90% del mercado del cemento en este país estaba siendo controlado por las tres principales empresas. En esta investigación se llevaron a cabo diversas pruebas estadísticas por medio de las cuales se pudo concluir que no se podía descartar la hipótesis de que este mercado siguiera un modelo de Stackelberg (en el cual la principal compañía toma las decisiones antes que las demás) ni tampoco se podía descartar que siguiera un modelo de Cournot. Por último, se concluyó que los resultados de este tipo de metodologías pueden servir como evidencia no directa de que las empresas de alguna industria estén llevando a cabo prácticas anticompetitivas tales como la coordinación en la toma de decisiones, pero en el caso del sector cementero mexicano no hay evidencia de que los competidores estén coludiendo (De la Garza & Arteaga G, 2011).

En un contexto más internacional y enfocado a las dinámicas del sector cementero en diferentes países, se encontró un análisis hecho a las políticas y dinámicas de competencia de este sector a partir de la teoría de juegos realizado por Claude d'Aspremont, David Encaoua y Jean-Pierre Ponsard en el libro "Market Structure and Competition Policy: Game-Theoretic Approaches", en el que se encuentran las variables que más afectan los precios y la competencia en sí del mercado, entre los cuales resaltan los altos costos de transporte. Este artículo se basó en encontrar las contribuciones de la teoría de juegos a las políticas de competencia, estos aportes están enfocados en cuestionar elementos como los sistemas de precios, intercambios de información y otras prácticas facilitadoras de procesos; estos puntos fueron estudiados en diferentes casos antimonopolistas en el que el sector cementero se ha visto envuelto en diferentes países como Estados Unidos, Japón y algunos países Europeos (D'Aspremont, Encaoua, & Ponsard, 2004).

Por último, es importante analizar una investigación en la cual se observen datos claves y algunas de las dinámicas que ha mostrado el sector cementero colombiano a lo largo de los años, por eso es importante fijarse en una investigación del caso de Cementos Andino realizada por Juan Benjamín Duarte Duarte en el año 2014, en el cual se expone como esta empresa intentó ingresar al mercado pero este intento fue frustrado por las compañías más grandes luego de un tiempo, en el cual se modela el ingreso de un nuevo entrante al mercado a partir de la teoría de juegos, teniendo en cuenta diferentes características del sector como lo son los costos, niveles de producción, demanda, entre otras (Duarte, 2014). Igualmente, en esta investigación se puede ver la segmentación del sector en Colombia y cual compañía controla cada región del país, al igual que otros datos relevantes que pueden servir a la hora del análisis de las dinámicas del mercado en sí.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

1.3.2 Marco teórico

Para entender el desarrollo del problema y el contexto en el cual se va a desarrollar la investigación, se deben tener claro dos conceptos. Inicialmente el problema en sí, el cual es la colusión entre las empresas cementeras en Colombia y las consecuencias que esto le genera al mercado colombiano para posteriormente utilizar las herramientas que brinda la teoría de juegos para analizar los diferentes razones por las cuales sucede y ha sucedido dicho caso en este sector en particular.

La teoría de juegos es el estudio de problemas de decisión multipersonales. Tales problemas surgen frecuentemente en la economía en diversos casos, uno de estos casos es el de los oligopolios, los cuales presentan problemas multipersonales ya que cada participante del mercado debe considerar lo que harán los demás para poder tomar sus propias acciones, y al final, el beneficio adquirido por cada participante del mercado no solo depende de sí mismo sino también de las acciones y decisiones tomadas por los demás (Gibbons, 1992).

Para adaptar la situación del sector cementero colombiano a un modelo de teoría de juegos óptimo, se utilizarán principalmente dos libros, los cuales son “Games, Strategies and Decision Making” escrito por Joseph E. Harrington Jr. y “Game Theory for Applied Economists” de Robert Gibbons. Ambos son libros que explican las conclusiones de diferentes autores en diversas situaciones de mercado, entre las cuales se pueden destacar situaciones de colusión, situaciones de competencia con información completa e incompleta, juegos de señales, juegos con información privilegiada, entre otros.

La teoría de juegos ha mostrado repetidamente su valor al arrojar una visión de las situaciones de economía, negocios, política y relaciones internacionales. El valor de la teoría de juegos en la exploración de situaciones estratégicas es la entrega de una mejor comprensión del comportamiento humano y las decisiones y acciones tomadas por este. Cuando se plantea un problema o pregunta, si se manejan las herramientas de la teoría de juegos para abordarla adecuadamente, se podrá llegar a aprender algo nuevo y perspicaz (Harrington, 2009).

En cuanto al desarrollo del modelo, existen diferentes formas de expresar modelos de teoría de juegos, entre los cuales se resaltan los árboles binomiales y las tablas de decisiones. La diferencia yace en que tipo de modelo se desea llevar a cabo, es decir, en un modelo en el cual las decisiones se toman en diferentes momentos, la mejor opción es llevar a cabo un árbol binomial, mientras que cuando las situaciones se toman al mismo tiempo, la mejor forma es por medio de las tablas de decisiones (Gorbaneff, 2002).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2. METODOLOGÍA

Previamente se han desarrollado un gran número de modelos de teoría de juegos que describen todo tipo de situaciones de mercado con diferentes condiciones para los participantes de este, entre las cuales se destacan el momento en el que los jugadores toman sus decisiones al igual que el factor sobre el cual decide cada jugador.

Para el caso específico del sector cementero colombiano, en el cual gracias a la investigación previa se pudo llegar a la conclusión de que es un mercado oligopólico que se centra en tres principales competidores, debemos buscar modelos que expliquen comportamientos de este tipo de sectores empresariales.

Entre los modelos de teoría de juegos que se centran en pocos participantes, en este caso 3, podemos encontrar dos tipos de modelos: Modelos de competencia una etapa y de dos etapas.

En el caso de los modelos de una etapa, lo que explican estos son situaciones en las que los competidores deben tomar decisiones al mismo tiempo, sin saber lo que su contraparte va a decidir. Por otro lado, los modelos de competencia de dos etapas se basan en que los competidores toman decisiones secuencialmente, es decir, uno de los competidores decide que hacer después de haber observado la decisión del otro. Por ejemplo, si uno de los jugadores es el líder del mercado o se ha establecido antes que otro competidor, esto le permite tomar decisiones con antelación (Tarzijan M & Paredes, 2012).

Entre los modelos más destacados para oligopolios se encuentran el modelo de Cournot, el modelo de Bertrand, el modelo de Stackelberg y el modelo de Kreps y Scheinkman. Estos serán explicados a continuación con sus supuestos y definiciones.

- Modelo de Cournot: Es un modelo oligopólico básico, este modelo establece que cada empresa se ve a sí misma como un seguidor, dándole así importancia al nivel de producción de su contraparte con la finalidad de tomar las mejores decisiones en torno a su producción. Este modelo está definido por su creador como un “modelo estático” o “modelo de una etapa”, que en este caso particular significa que cada competidor considera que el nivel de producción del otro se mantiene estático (Melendez Lindon, 2017).

El supuesto principal del modelo de Cournot indica que las empresas competidoras producen un bien homogéneo y consideran fijo el nivel de producción de sus competidores, lo que quiere decir que sus decisiones respecto a su propia producción afectan el precio, pero no afectan las decisiones de producción de las otras competidoras (Pindyck and Rubinfeld, 2006).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Igualmente, el modelo tiene como supuesto que existen algunas barreras a la entrada del mercado, por lo cual no es fácil para nuevas firmas entrar a participar del mercado. (Tarziján M & Paredes, 2012).

- Modelo de Bertrand: Es un modelo de oligopolio en el cual los competidores producen un bien homogéneo, cada uno de los participantes del mercado considera fijo el precio de sus competidores y todas las empresas toman simultáneamente la decisión del precio a cobrar por su producto y de esta forma, el mercado determinará las cantidades que cada una deberá producir (Melendez Lindon, 2017).

El modelo toma entonces como variable estratégica el precio, y al igual que en el modelo de Cournot, los competidores toman decisiones simultáneamente, por lo cual es igualmente un modelo estático o de una etapa. Por otro lado, también se tiene en cuenta el supuesto de que existen barreras de entrada para nuevos competidores.

Para el caso particular de este modelo, al ser los precios la variable estratégica de las empresas, este lleva al punto de que cada competidor fije los precios por debajo de sus contrapartes, lo que llevará a que las demás actúen de la misma manera, llevando así a que el precio se iguale al costo marginal y que esta sea la solución competitiva.

- Modelo de Stackelberg: Este modelo lleva su nombre en honor al primer economista que mediante investigación concluyó que las empresas competían jerárquicamente, es decir, se define una empresa líder y una empresa seguidora. De acuerdo con esto, la empresa seguidora espera a que la empresa líder tome una decisión en cuanto a su nivel de producción, para acatarla y luego decidir el nivel de producción que maximice sus ganancias (Melendez Lindon, 2017). Este modelo entonces se puede conocer como un modelo de dos etapas, ya que se basa en el supuesto de que una empresa actúa o toma su decisión primero que otra.

Los otros supuestos que tiene en cuenta el modelo son que los productos vendidos por las empresas son homogéneas, que la estrategia de mercado de los competidores se basa en el nivel de producción y el modelo base esta planteado sobre un duopolio en el cual existen dos empresas, una líder y una seguidora, en la cual la empresa líder es la primera en escoger su nivel de producción.

- Modelo de Kreps y Scheinkman: Este modelo desarrollado por los economistas Kreps y Scheinkman consta de dos etapas. En la primera etapa, se concentran en la elección de las cantidades a producir por parte de los jugadores, para posteriormente, en la segunda etapa, concentrarse en la definición de precios.

Básicamente en este modelo se desarrolla un modelo de Cournot en la etapa inicial, para posteriormente, con el resultado de equilibrio que brinde el modelo,

pasar a la determinación de precios en la segunda etapa, similarmente a como se haría en el modelo de Bertrand.

Teniendo en cuenta los supuestos de cada modelo y el enfoque de cada uno, se toma la decisión de analizar de ahora en adelante las dinámicas de competencia del sector cementero colombiano a partir de un modelo de Stackelberg, a continuación, se exponen las ventajas de este modelo frente a los otros para este caso en particular:

- Gracias a la investigación previa, se puede observar la importancia que tiene la capacidad instalada para las compañías cementeras. Dicho factor es el que determina finalmente el precio de los productos en un mercado con competencia perfecta, por lo cual, si hay una relación tan directa entre el precio y la producción, no se considera necesario la utilización de un modelo en el cual la variable de decisión sean los precios.
- Es un factor clave en el análisis de este sector que el modelo a utilizar sea un modelo de dos etapas debido a que, las decisiones de los competidores en un mercado real se pueden explicar mejor en este tipo de modelos, ya que permite evaluar varios momentos, en los cuales las empresas toman decisiones luego de observar las decisiones de otros. Dicho factor, contribuye a utilizar una herramienta clave como los arboles de decisiones o arboles binomiales, herramienta cuyo uso principal es describir distintas decisiones en distintos momentos entre dos jugadores.
- El modelo de Stackelberg aventaja para este caso al modelo de Kreps y Scheinkman debido a que en el modelo de Kreps y Scheinkman no se toma a una empresa como líder, sino que ambas tienen que elegir en el mismo momento, en el caso particular del sector a estudiar, hay una compañía que según la SIC inicia el proceso de colusión (Cemex), por lo cual, el modelo de Stackelberg servirá como una mejor herramienta para este caso.

Aunque el modelo de Stackelberg sea en el cual se va a basar el análisis, no quiere decir que la investigación se vaya a basar y a seguir los supuestos de este al pie de la letra, lo que se busca al basarnos en un modelo previamente establecido para mercados de este tipo es tener una guía por la cual se recorrerá el camino, pero será la misma investigación la que dirá que camino se deberá tomar y si el mercado se adapta totalmente a este modelo o se deberá hacer alguna proposición para este caso en particular.

Luego de escoger el modelo a trabajar, se debe pasar a adaptarlo de la mejor manera a el sector a trabajar, lo cual requiere, en primer lugar, que este sea adaptado de 2 a 3 participantes del mercado. Para esto lo que se hará será plantear 2 juegos, uno en el que la empresa principal del mercado actúe como líder y la empresa secundaria como seguidor, para que posteriormente la empresa secundaria actúe como líder frente a la tercera empresa del mercado.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Lo que nos brindará este modelo como conclusión serán los niveles de rentabilidad que tendrían los competidores si compitieran normalmente, dichos niveles se utilizarán posteriormente para el planteamiento de un modelo empírico basado en un sistema de árboles de decisión para describir las diferentes situaciones de pagos que tienen los competidores y, posteriormente, concluir si es favorable o no coludir entre ellos. Este modelo empírico se basará, como ya se mencionó previamente, en los resultados brindados por el modelo de Stackelberg y se incluirán en estas situaciones de colusión entre los diferentes participantes, para así analizar cuáles opciones tendría cada participante en cada situación planteada por sus competidores, lo cual llevará a evaluar los beneficios de cada participante en cada resultado.

Los beneficios de cada situación serán estipulados de acuerdo con la investigación de los escenarios propuestos, que tan positivos o negativos serían para cada competidor y si en estos escenarios existen beneficios o pérdidas monetarias, también se deberán adaptar estos al sistema de pagos, al igual si hay beneficios o castigos legales debido a las prácticas llevadas a cabo por los jugadores.

Teniendo en cuenta esto, el desarrollo del trabajo se hará de la siguiente manera.

1. Adaptar un modelo de teoría de juegos planteado previamente que se acomode de manera óptima a la situación del sector cementero colombiano.
 - 1.1. Investigar la situación actual e histórica del sector, las sanciones que han sido aplicadas a las compañías que lo componen, cuáles fueron las razones de estas y cuál es el funcionamiento actual.
 - 1.2. Identificar factores claves en el desarrollo del negocio del cemento en Colombia.
 - 1.3. Realizar las modificaciones necesarias al modelo para que este se adapte de la mejor manera a los diferentes factores claves del sector en cuestión, como lo son el número de competidores y los costos más relevantes.
 - 1.4. Teniendo en cuenta el modelo adaptado previamente a la situación del sector, realizar los árboles binomiales necesarios al igual que las tablas de situaciones que describan las diferentes acciones que pueden ser tomadas por cada compañía en torno al tema de la colusión y de esta forma diseñar todos los escenarios posibles.
2. Proponer un sistema de pagos para el modelo elegido, en el cual se cuantificará el beneficio que obtendrían los distintos participantes del mercado.
 - 2.1. Teniendo en cuenta la modelación del sector realizada previamente, hacer un análisis racional del beneficio que se lleva cada participante del mercado en cada escenario descrito y explicarlo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- 2.2. Proceder a cuantificar racionalmente dicho beneficio para la situación de cada uno de los participantes.
 - 2.3. Asegurarse de la congruencia entre los gráficos de árbol binomial y las tablas de pagos.
3. Comparar el equilibrio propuesto por el modelo, que describe la situación final del mercado teóricamente, con la situación que vive el modelo actualmente.
 - 3.1. Tomar el modelo planteado previamente, con su sistema de pagos y encontrar su equilibrio de Nash, el cual describe la situación que debería estar viviendo el mercado.
 - 3.2. Encontrar cual sería la situación mas optima para todos los competidores.
 - 3.3. Comparar las situaciones descritas previamente entre si e igualmente analizar y comparar las diferencias de estos escenarios con la situación actual del sector.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. SECTOR CEMENTERO COLOMBIANO

El sector cementero colombiano está compuesto por tres principales participantes, los cuales son Cementos Argos, Cemex Colombia y Holcim Colombia. Estos tres jugadores del mercado cuentan con el 75% de la capacidad instalada para la producción de cemento en el país, lo cual indica que son las empresas que controlan este mercado. (Dinero, 2018)

En cuanto a los comportamientos que viene presentando el sector en los últimos años el Dane señaló que durante el año 2018 el sector presentó un incremento del 1,2% en la producción e igualmente los datos de los despachos de cemento a las diferentes regiones del país indican que el aumento fue de 0,2% (Portafolio, 2019).

En ambos casos, los datos demuestran que el sector presentó un gran comportamiento a comparación de los dos años anteriores, en los cuales se presentaron variaciones de -1,5% en cuanto a la producción y -1,0% en los despachos en el año 2017 y en el año 2016 se presentó una disminución del 4,2% en cuanto a la producción y del 5,5% en cuanto a los despachos (Portafolio, 2019).

En cuanto a la demanda por canales de distribución, se presentó un aumento evidente en el caso de las concretas para el año 2018, el cual fue de 4,4% y contribuyó en un punto porcentual al aumento de la demanda total. Por otro lado, el grupo de constructores y contratistas no estuvo muy activo el año pasado y presentó una disminución de 4,4% en los pedidos, aunque para este año se espera un crecimiento en los pedidos por parte de este grupo debido a las obras civiles y el desarrollo de proyectos de vivienda y otros usos como comercio, bodegas y oficinas (Portafolio, 2019).

Como se mencionó previamente, el mercado está compuesto por tres principales jugadores los cuales van a ser tratados durante todo el desarrollo del trabajo, por lo cual se considera pertinente hacer una introducción a cada uno, dichos participantes del mercado son:

- Cementos Argos: En el negocio del cemento, Cementos Argos es el principal participante del mercado en Colombia y el cuarto productor mas grande en Estados Unidos. Actualmente cuenta con siete plantas en Colombia, cuatro en los Estados Unidos, Una en Honduras y otra en Puerto Rico, cuenta igualmente con nueve molineras de clínker ubicadas en diferentes países y treinta y tres puertos y terminales de recepción y empaque. La capacidad instalada con la que cuenta es de 23 millones de toneladas de cemento al año (Argos, 2019).
- Cemex: La mexicana Cemex es una de las compañías cementeras más grandes del mundo, la cual tiene una capacidad instalada anual de 94,8 millones de

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

toneladas al 30 de junio de 2012, igualmente es la compañía más grande de concreto premezclado en el mundo, con volúmenes de ventas de aproximados 55 millones de metros cúbicos y por otro lado es una de las más grandes del mundo en agregados, con un volumen de ventas anual de aproximadamente 160 millones de toneladas métricas. Cemex es también uno de los comercializadores más grandes del mundo de cemento y clínker, habiendo comercializado unos 8,4 millones de toneladas de cemento y clínker en el 2011 (Cemex, 2019).

- Holcim: Es una compañía perteneciente al grupo suizo Holcim, con mas de cien años en el mercado, líder en la industria mundial del cemento y uno de los principales proveedores de cemento, concreto y agregados y de todos los servicios que están relacionados con la construcción. Tiene intereses mayoritarios y minoritarios en aproximadamente 70 países dentro de todos los continentes (Holcim, 2019).

3.2. FACTORES CLAVE EN EL NEGOCIO DEL CEMENTO.

En cuanto a los factores clave en el desarrollo del negocio del cemento se encuentran las materias primas, los insumos para la producción, los cuales junto a las cantidades producidas son factores que determinan el precio final del producto, no solo en el sector cementero sino en muchos otros.

Junto con los insumos y la materia prima se encuentra la capacidad instalada de las empresas, lo que está directamente relacionado con los niveles de producción de cada una de los participantes del mercado, lo que a su vez está relacionado de manera inversa con el precio del producto en el mercado, debido a la ley de oferta y demanda, que en pocas palabras dice “Entre mayor cantidad de un bien hay en oferta, el precio de este disminuye” y viceversa.

3.3. MODELAR POR MEDIO DE ARBOLES BINOMIALES Y TABLAS DE SITUACIONES LAS DIFERENTES ACCIONES QUE PUEDE TOMAR CADA COMPAÑÍA.

Para llevar a cabo la modelación de la situación del mercado en torno al tema de la cartelización, se toma como el mejor método para este caso la realización de un árbol binomial en el cual cada jugador deba tomar una decisión entre dos opciones, las cuales serán: Coludir o no coludir.

Como en este caso, el orden de las jugadas toma relevancia, ya que en primer lugar la empresa líder de este juego o la cual propone la colusión extiende la propuesta a una

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

segunda empresa para consecuentemente teniendo en cuenta la decisión de la segunda empresa extender la invitación a una tercera, se debe modelar la situación de manera secuencial, ya que no todos los jugadores toman sus decisiones al mismo tiempo, todo esto entendido de lo explicado por Yuri Gorbaneff : “Si en la situación real que estamos modelando el orden de jugadas no hace diferencia, se puede modelar como un juego estático. Si el orden de las jugadas importa, la situación tiene que modelarse como un juego dinámico. La diferencia se traduce en la forma de representación y el método de solución” (Gorbaneff, 2002).

Debido a que el juego que se está diseñando es uno en el cual las compañías están teniendo una conversación, el juego se modelará bajo los supuestos de que las compañías seguidoras ya sabrán cual fue la decisión de las demás compañías, que, en este caso, son los líderes del juego. Esto, según Gorbaneff, es llamado un juego de información perfecta. “Si el jugador 2 conoce la última jugada de jugador 1, es un juego de información perfecta. Si el jugador 2 no sabe qué jugada acaba de hacer el jugador 1, se trata de un juego de información imperfecta” (Gorbaneff, 2002).

Se debe tener en cuenta para la modelación del sector y su situación de colusión que según la investigación llevada a cabo por la SIC, la compañía que inicialmente propuso el escenario de colusión fue Cemex, lo cual es una característica importante para tomar en cuenta ya que el líder del juego que se va a modelar no es el líder del mercado en ventas.

El modelo propuesto, teniendo en cuenta los supuestos de información perfecta y de las opciones que tiene cada compañía, expresado en un árbol binomial es el siguiente:

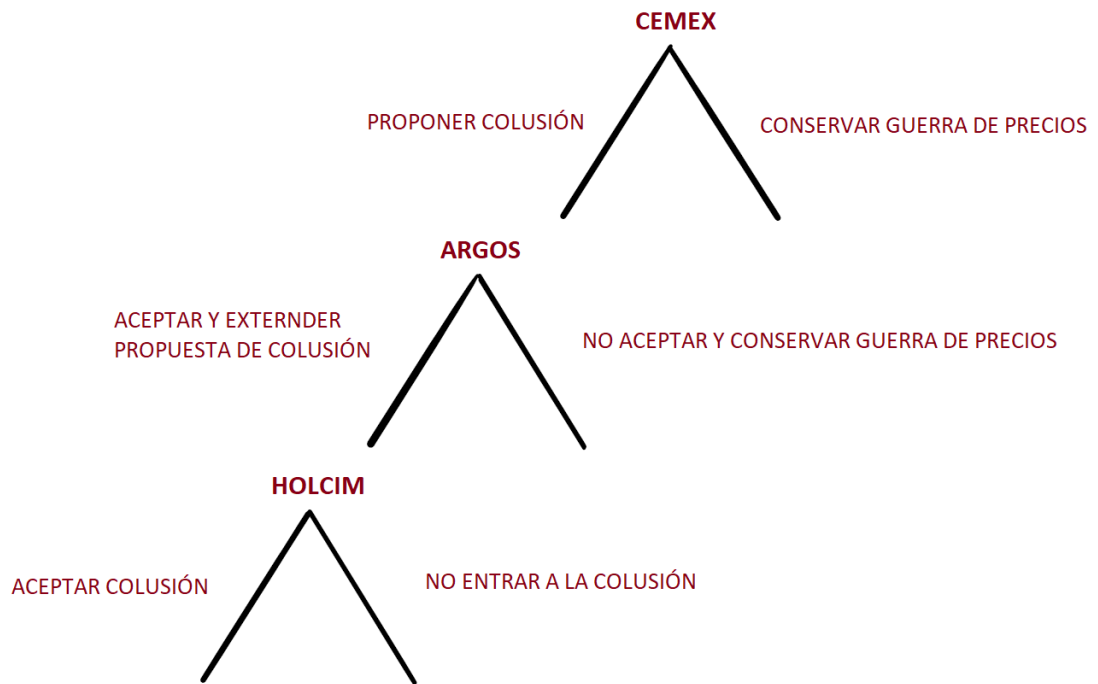


Ilustración 1: Árbol binomial inicial

De igual manera, según el autor del libro *Games, Strategies, and Decision Making*, Joseph E. Harrington, Jr., es conveniente expresar el juego dinámico en una tabla de decisiones para tener una mayor visualización de cada situación y de los pagos de estas. Teniendo en cuenta esto, la manera de expresar el modelo propuesto en una tabla de decisiones es la siguiente:

El árbol modelado cuenta con 4 situaciones finales, las cuales son:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir		
No coludir		

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir		
No coludir		

Tabla 1: Tabla de decisiones inicial

Debido a que es un juego de tres participantes, la forma recomendada por Joseph E. Harrington, Jr. para representar este juego es con dos tablas de situaciones, una en la que se expresen los escenarios en los cuales el tercer participante toma una decisión y otro en la que se decanta por la opción contraria, en este caso es un conjunto de escenarios en el cual Holcim acepta la colusión y otro en el cual decide rechazar la propuesta.

1. Cemex (definida por la SIC como la empresa que inicia y extiende la propuesta de colusión) decide conservar guerra de precios y no proponer colusión al líder del mercado Cementos Argos.
2. Cemex decide extender a Cementos Argos la propuesta de llevar a cabo una colusión, en la cual se fijarán los precios de cemento portland tipo 1 y se hará una repartición de mercado, situación que Cementos Argos decide declinar y continuar con una guerra de precios.
3. Cemex decide extender a Cementos Argos la propuesta de llevar a cabo una colusión, en la cual se fijarán los precios de cemento portland tipo 1 y se hará una repartición de mercado, situación que Cementos Argos decide aceptar y por consecuente extendérsela a Holcim como tercer participante del mercado, propuesta que Holcim decide declinar y continuar con una guerra de precios.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

4. Cemex decide extender a Cementos Argos la propuesta de llevar a cabo una colusión, en la cual se fijarán los precios de cemento portland tipo 1 y se hará una repartición de mercado, situación que Cementos Argos decide aceptar y por consecuente extenderla a Holcim como tercer participante del mercado, propuesta que Holcim decide aceptar y de esta forma completar el cartel del cemento.

Las situaciones están expresadas en el árbol binomial de la siguiente forma:

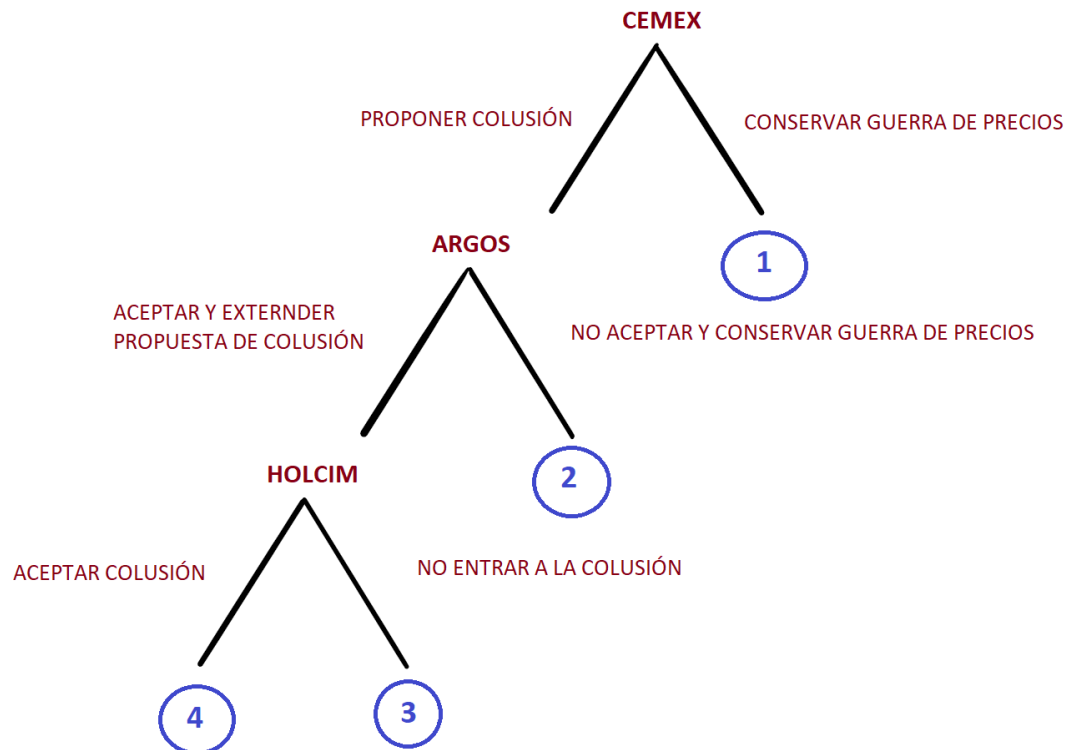


Ilustración 2: Arbol binomial con situaciones numeradas

Por otro lado, las situaciones en el modelo de tabla de decisiones se expresarían de la siguiente forma:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
CEMEX No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
CEMEX No coludir	1	1

Tabla 2: Tabla de decisiones con situaciones numeradas

Es importante resaltar que la situación numero uno se presenta en repetidas ocasiones dentro de la tabla debido a que, si Cemex toma la decisión de no presentar una propuesta de colusión, este siempre será el resultado, sin importar la decisión que hubieran tomado los demás jugadores, de igual manera sucede con el escenario numero dos, pero en este caso con cementos argos. Este hecho se puede apreciar de mejor manera en el modelo secuencial.

3.4. ANALISIS RACIONAL DE CADA SITUACION MODELADA POR LOS ARBOLES

Para poder definir el sistema de pagos numéricos que tendrá cada uno de los participantes del mercado, **partiendo del supuesto de racionalidad de la teoría de juegos** se debe analizar el beneficio o desventaja que tendrá cada uno de los jugadores en las diferentes situaciones que describe el árbol de decisiones teniendo en cuenta la posición en el mercado con la que cuenta cada uno de ellos.

Dado a que se espera realizar un análisis del sector cementero colombiano a partir de la teoría de juegos, se llevará a cabo el estudio de la situación en dos momentos claves para el sector:

1. De enero de 2010 a diciembre de 2012, intervalo de tiempo en el cual según la investigación de la SIC se llevó a cabo por última vez, de manera demostrada, **el paralelismo consiente** por parte de los tres principales participantes del sector.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2. Diciembre de 2018, fecha en la cual se cuentan con los últimos estados de resultados de las compañías y en la que se toma como supuesto la no colusión de estas debido a las sanciones previamente impuestas por la SIC y el control que esta está llevando a cabo sobre las mismas.

A continuación, se estudiará individualmente la situación de los jugadores en cada una de las situaciones descritas por el árbol para los dos momentos claves previamente definidos.

3.4.1. Enero de 2010 a diciembre de 2012.

- Primer escenario de situaciones, entre enero de 2010 y diciembre de 2012

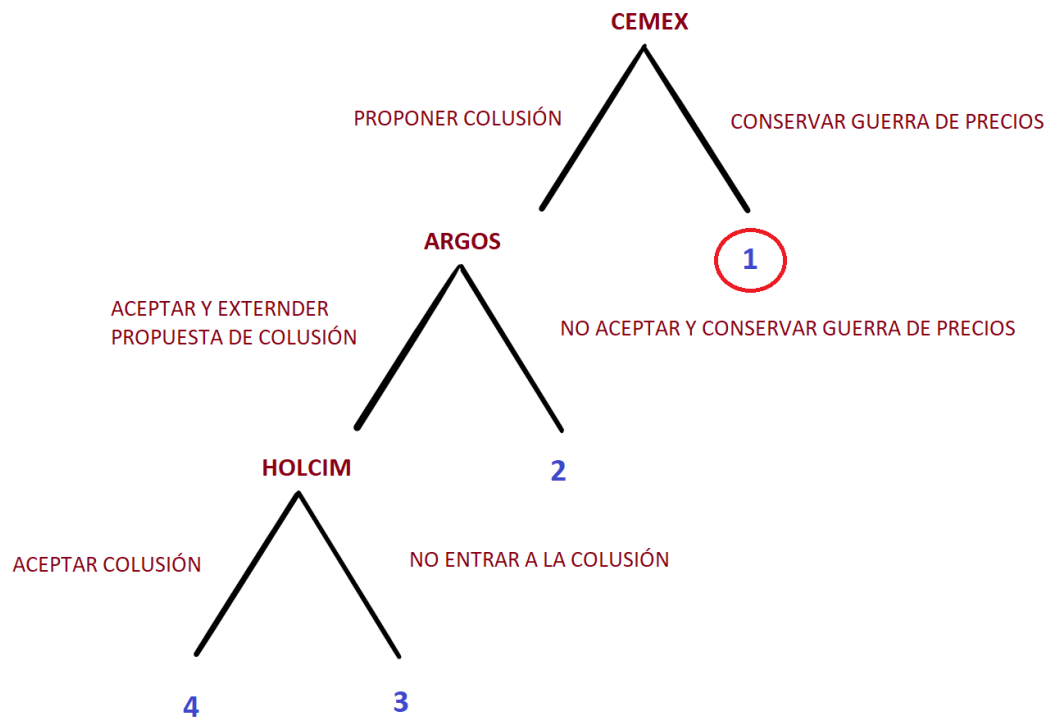


Ilustración 3 : Arbol de decisiones situacion numero 1

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 3: Tabla de decisiones situación numero 1

- Situación para Cemex: Siendo el segundo participante del mercado y teniendo la opción de proponerle y posiblemente lograr una colusión en precios con el principal productor y líder del mercado, la situación de no proponer la colusión y conservar una guerra de precios no se ve muy atractiva, ya que esta consciente de que la situación, en ese momento específico del tiempo, que más le favorecería es la de formar un cartel junto a las otras dos compañías con mayor capacidad productiva y de esta forma conseguir una porción fija del mercado, fijar los precios en mayores márgenes para las tres compañías y de esta forma obtener mejores resultados. Teniendo en cuenta lo anterior, los beneficios para Cemex en la situación numero 1 no son los mejores debido a su posición en el mercado.
- Situación para Cementos Argos: Se conoce que Cementos Argos es el líder tanto en capacidad instalada como en producción y en ventas, la compañía se siente cómoda en una situación de guerra de precios ya que es la empresa que mejor puede responder ante un bajón en los precios y la que mas se puede sostener en una situación como esta; pero es claro que no es la situación mas optima, a Cementos Argos, aun siendo la compañía líder del mercado, le convendría mucho más asegurarse su porción del mercado (obviamente mayor a la de los demás competidores) y también fijar un precio que le sea conveniente tanto a si mismo como a sus competidores, lo cual sería mucho más cómodo para todos. Todo este pensamiento se da en un momento en el cual Cementos Argos, como sus demás competidores consideran que no se les investigará por una colusión, y que dado el caso de una investigación, no habrá pruebas que lo demuestren. Dados estos argumentos, Cementos Argos en la situación numero uno se encuentra en una mejor situación que sus demás competidores, esto por ser el líder del mercado, pero no sería la mejor situación posible para la compañía.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Situación para Holcim: El más pequeño entre los grandes competidores, es la compañía que mas perjudicada se ve por una guerra de precios y por consecuente es de gran conveniencia para esta una colusión entre los tres principales competidores. Es tenido en cuenta por los dos principales competidores por que su capacidad instalada es significativa y si este no entrara en un posible cartel, podría llevarse una gran porción del mercado al bajar los precios. Su beneficio es mínimo si no se presenta una propuesta de colusión, pero sigue siendo un beneficio positivo ya que esta es una compañía sostenible y sigue siendo uno de los grandes productores del mercado, con buenas cifras de ventas.
- Segundo escenario de situaciones entre enero de 2010 y diciembre de 2012

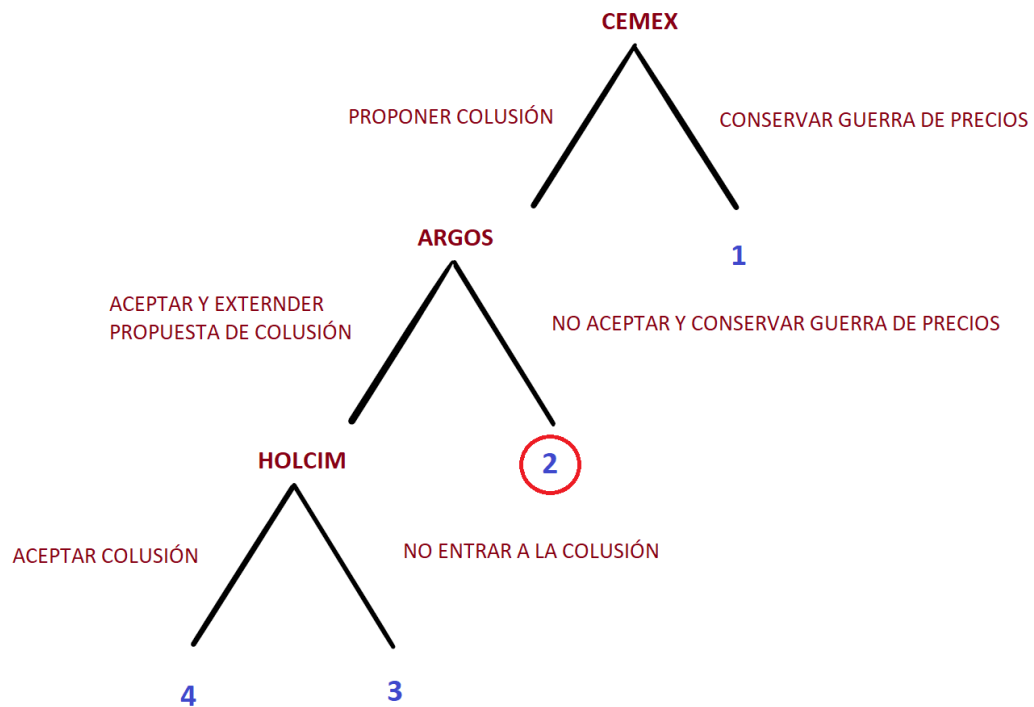


Ilustración 4: Arbol de decisiones situacion numero 2

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 4: Tabla de decisiones situación numero 2

- Situación para Cemex: Al Cemex decidir ofrecerle al líder del mercado la opción de colusión y que este no acepte, en términos monetarios la situación es la misma, ya que su porción de mercado y precios serán los mismos que si no lleva a cabo la proposición. La diferencia yace en el riesgo reputacional que la empresa esta tomando al ser esta la que propone inicialmente la cartelización, no es una gran diferencia en términos del beneficio final que esta se llevará, pero se debe tener en cuenta que para Cemex es mas beneficioso, partiendo del supuesto de que argos no acepte, el no hacer la propuesta.
- Situación para Cementos Argos: Dado el caso de la propuesta por parte de Cemex, Cementos Argos tiene dos opciones, aceptar y extender a Holcim la propuesta o no aceptar y continuar con una guerra de precios. La situación para Cementos Argos en términos de beneficio en caso de no aceptar la propuesta es la misma que en el escenario número uno, ya que finalmente Cementos Argos no le es provechosa una proposición que no desea aceptar.
- Situación para Holcim: Situación exactamente igual que en el escenario número uno para Holcim, la propuesta no llega hasta la tercera compañía, por lo cual no debe tomar ninguna decisión y su beneficio es exactamente el mismo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Tercer escenario de situaciones entre enero de 2010 y diciembre de 2012

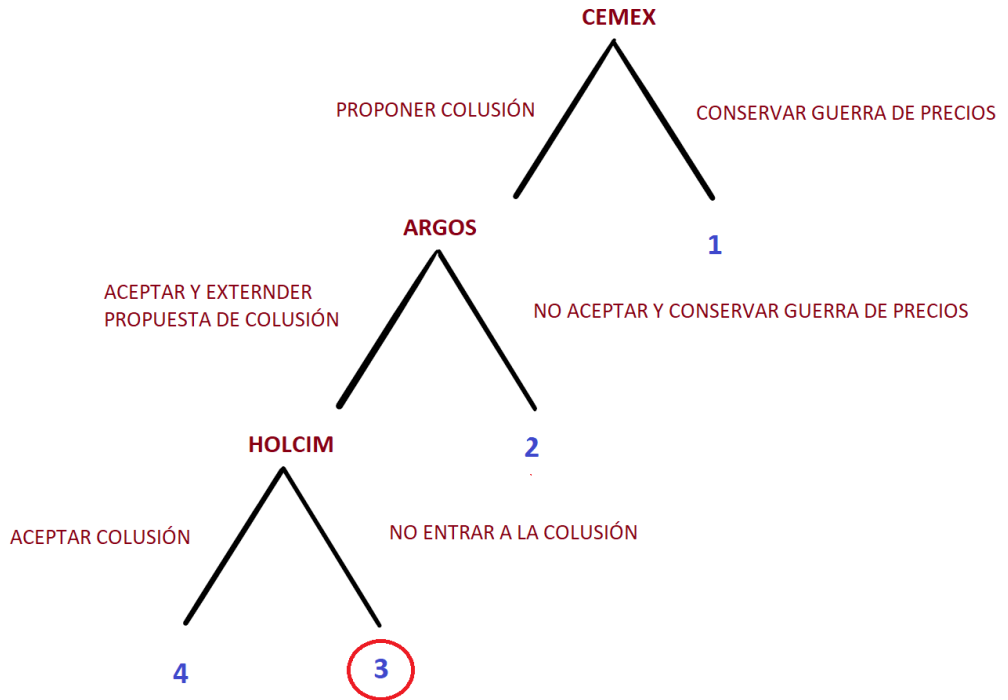


Ilustración 5:Árbol de decisiones situación numero 3

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 5:Tabla de decisiones situación numero 3

- Situación para Cemex: Este es un escenario en el cual la colusión no se logra, ya que ni a Cementos Argos ni a Cemex les conviene llevar a cabo la colusión sin tener en cuenta a Holcim, ya que este ultimo tiene una importante capacidad instalada y puede tomar una porción grande del mercado si no entrara y bajara sus precios, por lo cual la colusión no se puede lograr sin el tercer participante. Teniendo en cuenta lo anterior, el beneficio de Cemex en este caso seria el mismo que en el escenario número dos, en el cual su beneficio es un poco menor al del escenario número uno por un pequeño riesgo reputacional que infiere al intentar llevar a cabo la colusión.
- Situación para Cementos Argos: La posición de Cementos Argos en este caso es muy similar a la de Cemex en el escenario numero dos. En términos de beneficios económicos, su situación es exactamente igual que si no hubiera aceptado la propuesta de Cemex y la hubiera extendido a Holcim, la diferencia es que en este caso el beneficio es menor debido a que Argos se tomó la molestia de aceptar la propuesta y extenderla para que posteriormente esta fuera rechazada, lo cual acarrea de la misma manera un riesgo reputacional y el mero hecho de que su propuesta haya sido rechazada hace que el beneficio para este jugador disminuya a comparación de las dos situaciones anteriores.
- Situación para Holcim: La situación para Holcim en este caso es similar a la de Cementos Argos en el escenario número dos, en caso de declinar la propuesta de sus contrapartes, su beneficio termina siendo exactamente igual que en los dos

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

escenarios anteriores ya que la guerra de precios continua y para Holcim no existe ningún cambio.

- Cuarto escenario de situaciones entre enero de 2010 y diciembre de 2012

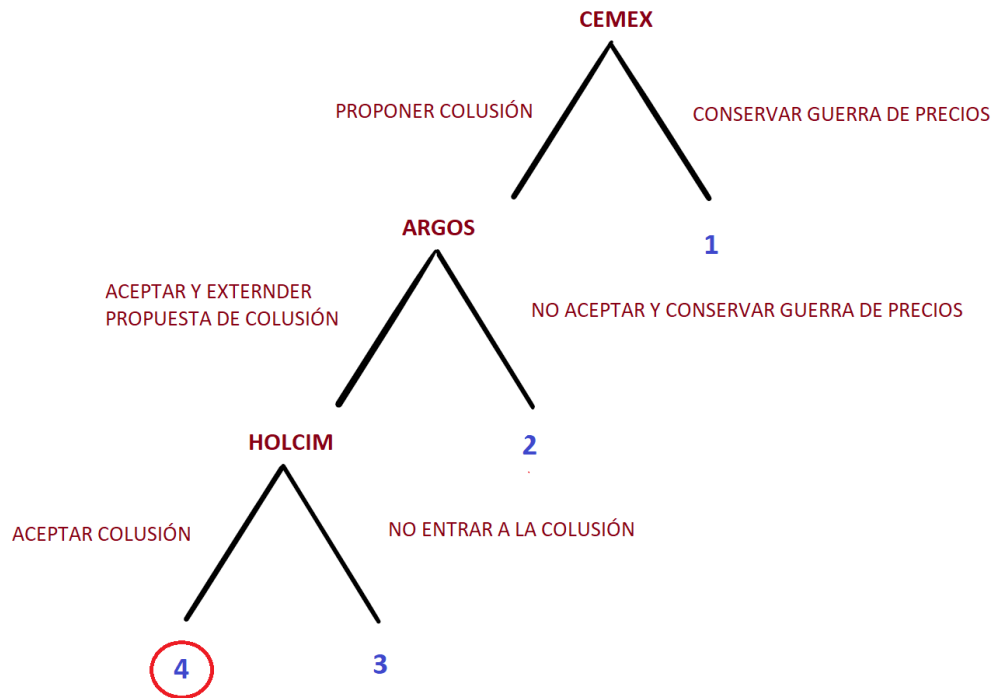


Ilustración 6: Árbol de decisiones situación numero 4

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 6: Tabla de decisiones situación numero 4

Este escenario es en el único que se logra la colusión entre las tres mayores compañías productoras de cemento del país, las tres compañías, en la situación temporal en específico en la que se sitúa este análisis (en el cual suponen que la SIC no podría llevar a cabo ninguna sanción ni demostrar la colusión) las tres compañías obtienen el máximo beneficio posible, ya que logran aumentar sus márgenes y fijar su porción del mercado.

- Situación para Cemex: En este escenario, Cemex se encontraría al igual que sus compañeros de colusión en una situación ideal, ya que, siendo el segundo líder del mercado, logro dejar de lado la guerra de precios y que las utilidades propias y ajenas se vean maximizadas.
- Situación para Cementos Argos: Argos logra, además de asegurar su porción mayoritaria del mercado, hacer que sus mayores competidores dejen de pelear esta porción por medio de precios y que sus utilidades igualmente se vean maximizadas.
- Situación para Holcim: Siendo el más pequeño entre los grandes, la situación es igualmente optima, deja de ver afectada su porción del mercado por la capacidad productora de las compañías mas grandes y su utilidad se ve maximizada por el crecimiento de los precios.

3.5.2. Diciembre de 2018.

- Primer escenario de situaciones en diciembre de 2018

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

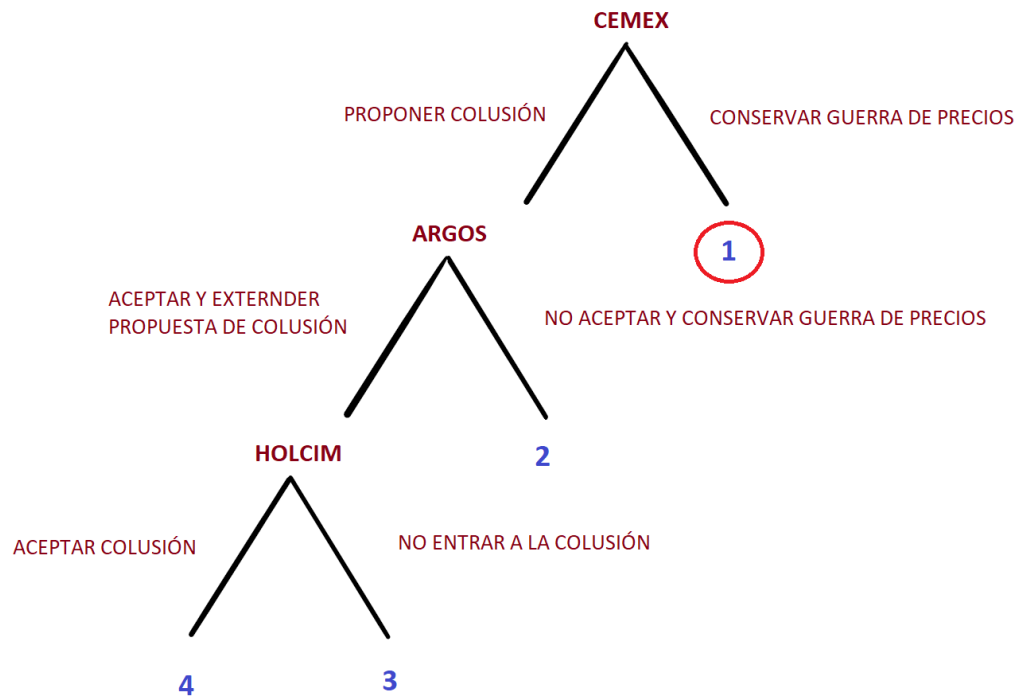


Ilustración 7: Árbol de decisiones situación numero 1

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 7:Tabla de decisiones situación numero 1

- Situación para Cemex: El momento temporal en el que se centra este segundo análisis es totalmente diferente al del análisis anterior, principalmente debido a que en este momento las compañías ya tienen en su conocimiento que la SIC si puede demostrar su culpabilidad en caso de una colusión y que de hecho ya fueron sancionados por esta misma. Teniendo en cuenta esto, la mejor alternativa para todas las compañías es no entrar en una colusión y acabar con todo tipo de conversación de tipo colaborativo entre ellas. El beneficio para Cemex en este caso es su beneficio normal como segundo participante del mercado, con la segunda mayor porción del mercado y en este caso, sin problemas de sanciones a futuro por prácticas anticompetitivas.
- Situación para Cementos Argos: En este caso, Cementos Argos no tiene nada que ver con ninguna colusión, lo cual es una situación favorable para ellos en este momento específico en el tiempo ya que las sanciones de la SIC fueron impuestas hace poco y teniendo en cuenta esta situación, cementos argos prefiere mantenerse al margen de cualquier acción que esté relacionada con prácticas anticompetitivas y obtiene beneficios en el mercado por su posición de líder del mercado y de empresa con mayor capacidad instalada.
- Situación para Holcim: Holcim conserva su situación como tercer competidor en el mercado, su beneficio es el que se deriva de sus ventas y producción para la porción del mercado que le brinda una competencia leal con sus competidores que

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

abarcan una porción más grande del mercado al igual que su competencia con las demás compañías que tienen una pequeña capacidad instalada.

- Segundo escenario de situaciones en diciembre de 2018

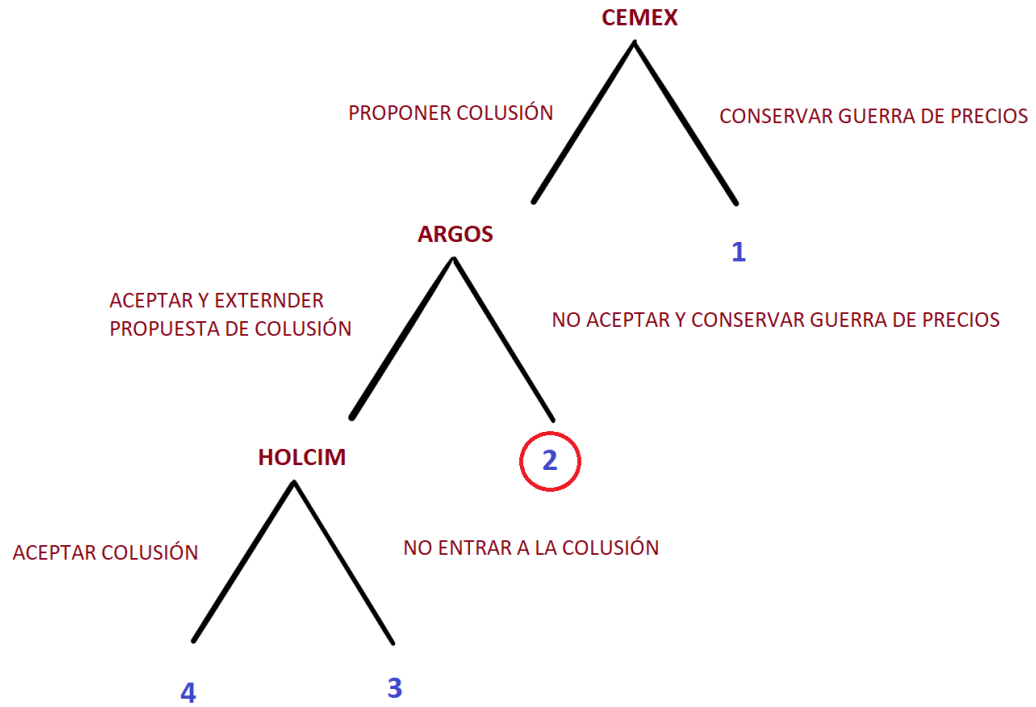


Ilustración 8:Árbol de decisiones situación numero 2

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 8: Tabla de decisiones situación numero 2

- Situación para Cemex: Si Cemex decidiera por alguna razón, teniendo en cuenta que es motivo de investigaciones por parte de la SIC por el tema de cartelización, ofrecerle una nueva colusión a Cementos Argos y este se negara a acceder, su beneficio económico en el momento de la negativa por parte de Argos sería la misma, pero en este caso el riesgo reputacional en el que incurriría Cemex es mayor al de la situación planteada para el periodo comprendido entre 2010 y 2012 ya que estaría reincidiendo en un comportamiento en el cual ya fue sancionado, además que la propuesta puede ser interpretada por Cementos Argos como una medida desesperada por aumentar márgenes, por lo que esta segunda podría tomar medidas competitivas perjudiciales para Cemex.
- Situación para Cementos Argos: En el caso de que Cemex proponga a Argos realizar la colusión nuevamente y Argos decida declinar dicha propuesta por todos los riesgos que esta incurre, Argos se encontraría en una posición competitiva mejor a la anterior ya que, como se menciona anteriormente, puede tomar esta propuesta como una medida desesperada por parte de Cemex y llevar a cabo una estrategia de mercado agresiva, o en caso de que no decida cambiar su estrategia de mercado, cuenta con posible evidencia de la propuesta por parte de Cemex en caso de alguna sospecha por parte del ente regulador.
- Situación para Holcim: Situación exactamente igual que en el escenario número uno para Holcim, la propuesta no llega hasta la tercera compañía, por lo cual no debe tomar ninguna decisión y su beneficio es exactamente el mismo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Tercer escenario de situaciones en diciembre de 2018

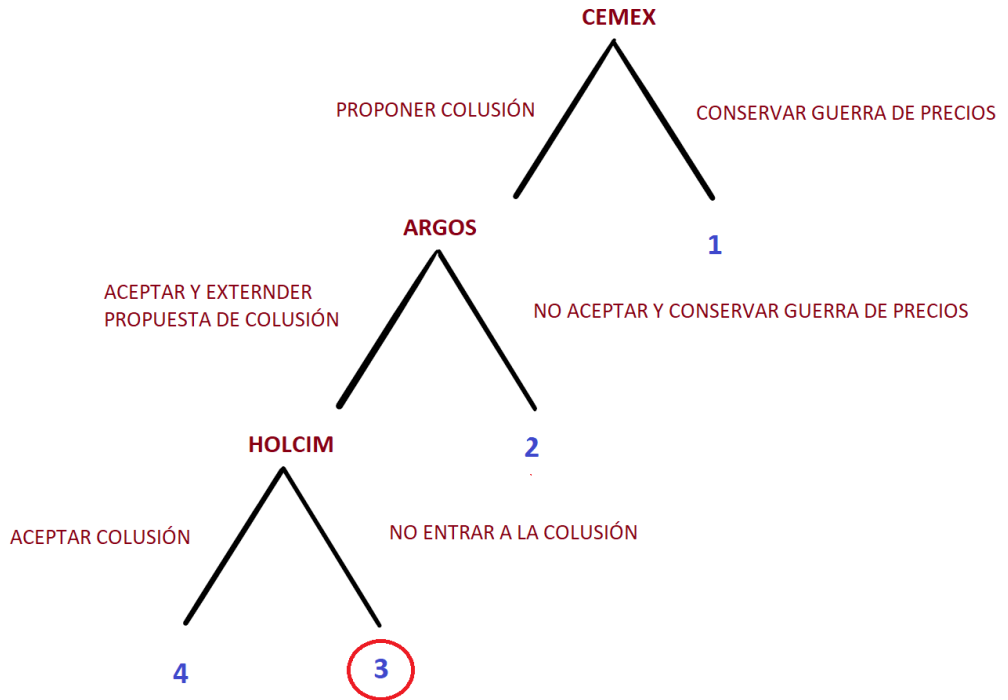


Ilustración 9: Árbol de decisiones situación numero 3

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 9: Tabla de decisiones situación numero 3

- Situación para Cemex: La situación en la que se encuentra Cemex en este escenario es similar a la del escenario número dos, la única diferencia es que su propuesta ya escaló al tercer competidor y ambas compañías tienen información en su contra en caso de una investigación por parte del ente regulador, e igualmente va a incurrir en un riesgo reputacional mayor que en el escenario número dos.
- Situación para Cementos Argos: La situación para Argos en este caso es similar a la de Cemex en el escenario número dos, ve afectada su reputación por haber recaído en el intento de llevar a cabo una cartelización y la posible evidencia puede ser utilizada en su contra por los demás competidores, pero no se ve amenazada por una estrategia agresiva por parte de Holcim ya que su capacidad instalada y porción del mercado es mucho más grande que la de la dicha compañía.
- Situación para Holcim: La situación para Holcim en este caso es similar a la de Cementos Argos en el escenario número dos, en caso de declinar la propuesta de sus contrapartes, su beneficio termina siendo mayor a la de los escenarios anteriores debido a que se haría acreedora a evidencia en contra de sus competidores en caso de nuevas investigaciones por parte del ente regulador, en lo que difiere la posición de Holcim en este escenario a la de Argos en el escenario número dos es que Holcim no cuenta con la capacidad instalada para llevar a cabo una estrategia agresiva para tomarse una parte significativa del mercado de sus competidores.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Cuarto escenario de situaciones entre enero de 2010 y diciembre de 2012

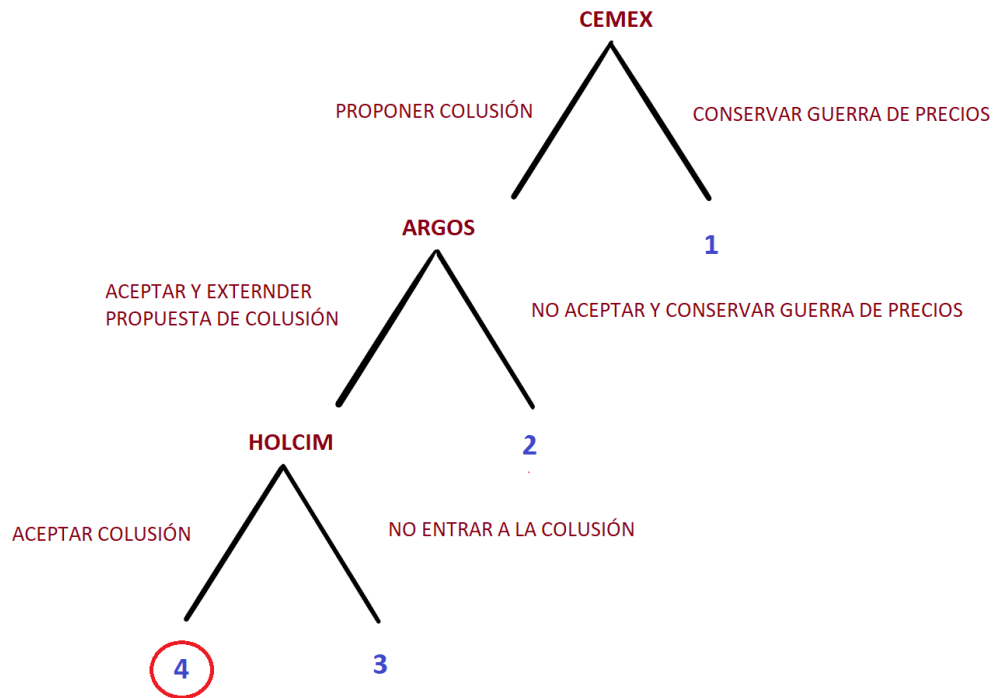


Ilustración 10: Árbol de decisiones situación numero 4

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	4	2
No coludir	1	1

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX Coludir	3	2
No coludir	1	1

Tabla 10: Tabla de decisiones situación numero 4

Este escenario es en el único que se logra la colusión entre las tres mayores compañías productoras de cemento del país, las tres compañías, en la situación temporal en específico en la que se sitúa este análisis (en el cual se sabe que la SIC ya ha llevado a cabo investigaciones en contra de estas tres por competencia desleal y ya les ha aplicado sanciones) las tres compañías obtienen el mínimo beneficio que pueden tener en este modelo, debido a que se sabe del control que el ente regulador tiene sobre estas tres compañías por los hechos presentados en el pasado y tarde o temprano llevará a cabo una nueva investigación y por consecuente nuevas sanciones.

En este caso, el análisis es generalizado, ya que cada compañía conservara su posición en el mercado, pero acarrearán sanciones innecesarias que pudieron evitarse en el caso de haber llevado a cabo una competencia común y corriente y no afectar al mercado con su decisión de cartelización.

3.6. CUANTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE CADA COMPETIDOR EN LAS DIFERENTES SITUACIONES.

Para llevar a cabo el análisis cuantitativo de las diferentes situaciones, se utilizarán los márgenes brutos de los tres jugadores, reportados por estos mismos, de los años 2010, 2011 y 2012 y del año 2018. Los márgenes de los años 2010, 2011 y 2012 se considerarán para cuantificar los beneficios en un escenario de colusión y los márgenes del año 2018 se utilizarán para cuantificar los beneficios en los escenarios de competencia perfecta.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Otro factor que debe ser tenido en cuenta para la cuantificación de los beneficios es la posibilidad de la manifestación de un riesgo reputacional, el cual se tiene en cuenta en el razonamiento de los jugadores en algunos de los escenarios.

Se cuantificarán inicialmente los beneficios de los tres jugadores para el escenario entre enero de 2010 y diciembre de 2012 para las cuatro situaciones planteadas, para luego incluir estos beneficios en el modelo propuesto y posteriormente hacer lo mismo para el escenario en diciembre de 2018.

A continuación, se presentan los promedios del margen bruto de los tres participantes del mercado para los dos escenarios evaluados:

- Primer escenario de márgenes (colusión)

Enero 2010 a diciembre 2012				
Margen bruto anual				
Compañía	2010	2011	2012	Promedio
Cemex	55.26%	55.89%	62.60%	57.92%
Argos	32.63%	32.19%	34.95%	33.25%
Holcim	30.60%	33.50%	37.10%	33.73%

Tabla 11: Margen bruto de las compañías estudiadas entre 2010 y 2012. Fuente: Calculo a partir de estados de resultados publicados por las empresas.

- Segundo escenario de márgenes (competencia perfecta)

Compañía	Diciembre 2018
Cemex	48.81%
Argos	24.36%
Holcim	23.00%

Tabla 12: Margen bruto de las compañías estudiadas en 2018. Fuente: Calculo a partir de estados de resultados publicados por las empresas.

Teniendo en cuenta estos márgenes, se procede a realizar la cuantificación del beneficio de cada competidor en cada situación descrita por el modelo.

Nota: Cabe resaltar que el hecho de que para este modelo en particular, los beneficios entre jugadores no son comparables, es decir, el hecho de que en algún escenario el beneficio de un jugador sea mayor que el de otro, no necesariamente significa que se encuentre en una mejor situación en general, estos beneficios solo sirven para comparar la posición de un jugador en una situación en particular con otra situación diferente dentro del modelo, para saber qué decisión es la mas favorable para cada participante.

- ✓ Primer escenario (entre enero de 2010 y diciembre de 2012)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Nota 2: Para el primer escenario se cuantificará la posibilidad de manifestación de un riesgo reputacional como una pérdida en 10 unidades en el beneficio neto por cada compañía que cuente con información en contra de el jugador que esta siendo estudiado, es decir, en caso de que dos jugadores cuenten con información del deseo de colusión de una empresa, esta vera su beneficio neto disminuido en 20 unidades.

1	Beneficio por margen	Penalizacion por riesgo reputacional	Beneficio neto
Cemex	48.81	-	48.81
Argos	24.36	-	24.36
Holcim	23.00	-	23.00

Tabla 13: Beneficios para primer escenario en la situación numero 1

No hay penalización debido a que no hay propuesta de colusión en este escenario, los beneficios por margen son los de competencia perfecta.

2	Beneficio por margen	Penalizacion por riesgo reputacional	Beneficio neto
Cemex	48.81	10.00	38.81
Argos	24.36	-	24.36
Holcim	23.00	-	23.00

Tabla 14: Beneficios para primer escenario en la situación numero 2

Solo se penaliza el beneficio de Cemex ya que es la única empresa que lleva a cabo la propuesta, al ser rechazada por Argos se conservan los beneficios por margen de competencia perfecta y se penaliza a Cemex en 10 unidades ya que solo Argos conocía su intención y tiene información en su contra.

3	Beneficio por margen	Penalizacion por riesgo reputacional	Beneficio neto
Cemex	48.81	20.00	28.81
Argos	24.36	10.00	14.36
Holcim	23.00	-	23.00

Tabla 15: Beneficios para primer escenario en la situación numero 3

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Se penaliza a Cemex en 20 unidades ya que en este escenario la compañía que rechaza la colusión es Holcim, lo que quiere decir que ya tanto Argos como Holcim tienen información en contra de Cemex. Por otro lado, a cementos Argos se le penaliza en 10 unidades ya que solo Holcim tendría información en contra suya, partiendo de la premisa de que Argos buscaría la mayor discreción posible y le haría la propuesta de la cartelización entre los tres a Holcim sin antes decirle a Cemex, y dado el caso de que Holcim rechace la propuesta, daría a Cemex una negativa en nombre propio. Se mantienen los márgenes de competencia perfecta ya que no se logró colusión.

4	Beneficio por margen	Penalización por riesgo reputacional	Beneficio neto
Cemex	57.92	-	57.92
Argos	33.25	-	33.25
Holcim	33.73	-	33.73

Tabla 16: Beneficios para primer escenario en la situación número 4

Situación en la cual se logra la colusión entre los tres participantes del juego. No se aplica penalización por riesgo reputacional ya que se trabaja sobre el supuesto de que en este caso los jugadores buscan el bien común, por lo cual no es perjudicial ni disminuye el beneficio que las partes se compartan información entre sí. Cabe volver a señalar que en este caso, los jugadores suponen que los controles del ente regulador no serán efectivos para demostrar su colusión.

✓ Segundo escenario (diciembre 2018)

Nota 3: Para el segundo escenario se cuantificará la posibilidad de manifestación de un riesgo reputacional como una pérdida en 20 unidades en el beneficio neto por cada compañía que cuente con información en contra del jugador que está siendo estudiado. Se aumenta la penalización debido al momento temporal en el que se está cuantificando este escenario, ya que en diciembre de 2018 las compañías ya conocen que el control del ente regulador sí es efectivo y ya se les ha penalizado monetariamente previamente por llevar a cabo una colusión.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

1	Beneficio por margen	Penalización por riesgo reputacional	Beneficio neto
Cemex	48.81	-	48.81
Argos	24.36	-	24.36
Holcim	23.00	-	23.00

Tabla 17: Beneficios para segundo escenario en la situación numero 1

Situación exactamente igual a su similar en el primer escenario, no hay penalización debido a que no hay propuesta de colusión en este escenario, los beneficios por margen son los de competencia perfecta.

2	Beneficio por margen	Penalización por riesgo reputacional	Beneficio neto
Cemex	48.81	20.00	28.81
Argos	24.36	-	24.36
Holcim	23.00	-	23.00

Tabla 18: Beneficios para segundo escenario en la situación numero 2

Se penaliza el beneficio de Cemex ya que es la única empresa que lleva a cabo la propuesta, al ser rechazada por Argos se conservan los beneficios por margen de competencia perfecta y se penaliza a Cemex en 20 unidades ya que solo Argos conocía su intención y tiene información en su contra.

3	Beneficio por margen	Penalización por riesgo reputacional	Beneficio neto
Cemex	48.81	40.00	8.81
Argos	24.36	20.00	4.36
Holcim	23.00	-	23.00

Tabla 19: Beneficios para segundo escenario en la situación numero 3

Se penaliza a Cemex en 40 unidades ya que en este escenario la compañía que rechaza la colusión es Holcim, lo que quiere decir que ya tanto Argos como Holcim tienen información en contra de Cemex. Por otro lado, a cementos Argos se le penaliza en 20 unidades ya que solo Holcim tendría información en contra suya, partiendo de la premisa de que Argos buscaría la mayor discreción posible y le haría la propuesta de la cartelización entre los tres a Holcim sin antes decirle a Cemex, y dado el caso de que

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Holcim rechace la propuesta, daría a Cemex una negativa en nombre propio. Se mantienen los márgenes de competencia perfecta ya que no se logró colusión.

4	Beneficio por margen	Penalización por riesgo reputacional	Penalización por sanción	Beneficio neto
Cemex	57.92	40.00	10.00	7.92
Argos	33.25	40.00	10.00	- 16.75
Holcim	33.73	40.00	10.00	- 16.27

Tabla 20: Beneficios para segundo escenario en la situación número 4

Escenario en el cual se logra la colusión entre los tres participantes del juego. En este caso, todos los participantes reciben una penalización de 40 unidades debido a los rigurosos controles del ente regulador en el momento temporal en el cual se está llevando a cabo el ejercicio, todos los participantes son descubiertos y toda la información compartida pasa a ser usada en su contra. Para esta situación en específico, se introduce la penalización por sanción de la SIC, la cual se cuantifica como una pérdida adicional en el beneficio neto de 10 unidades. Los beneficios por margen en este caso son los de un escenario con colusión.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presentación del modelo con la cuantificación de los beneficios de los participantes es la siguiente:

- Primer escenario.

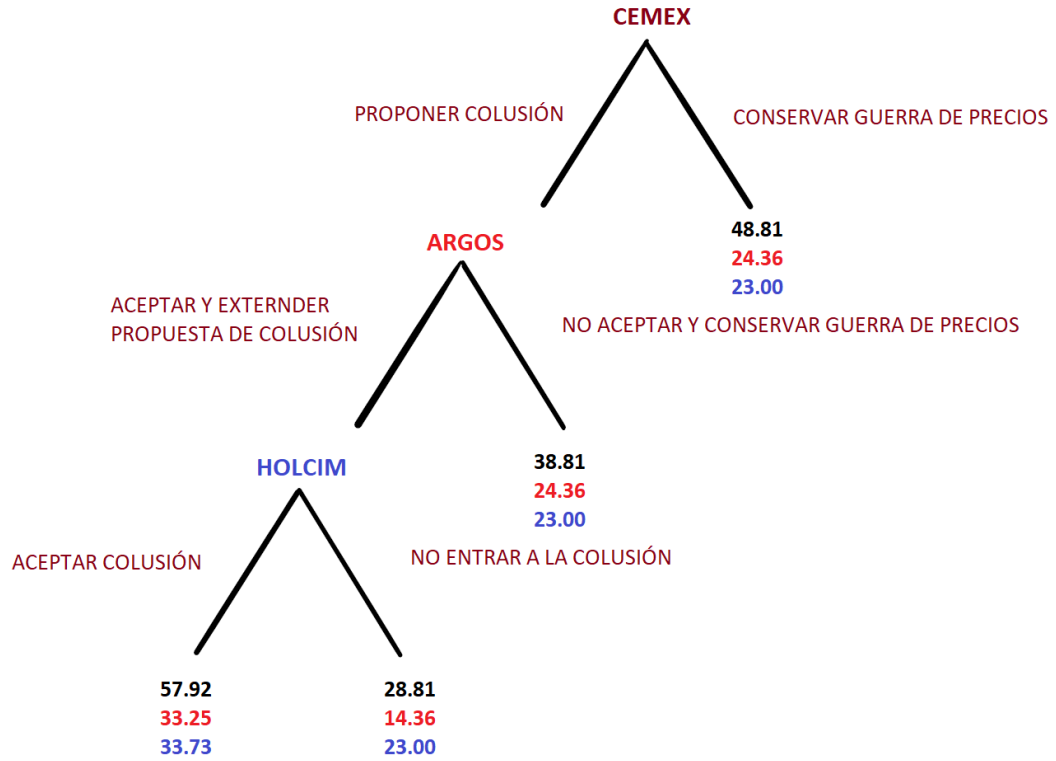


Ilustración 11: Modelo completo con pagos definidos primer escenario

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	57.92,33.25,33.73	38.81,24.36,23.00
	48.81,24.36,23.00	48.81,24.36,23.00

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	28.81,14.36,23.00	38.81,24.36,23.00
	48.81,24.36,23.00	48.81,24.36,23.00

Tabla 21: Modelo completo con pagos definidos primer escenario

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Segundo escenario.

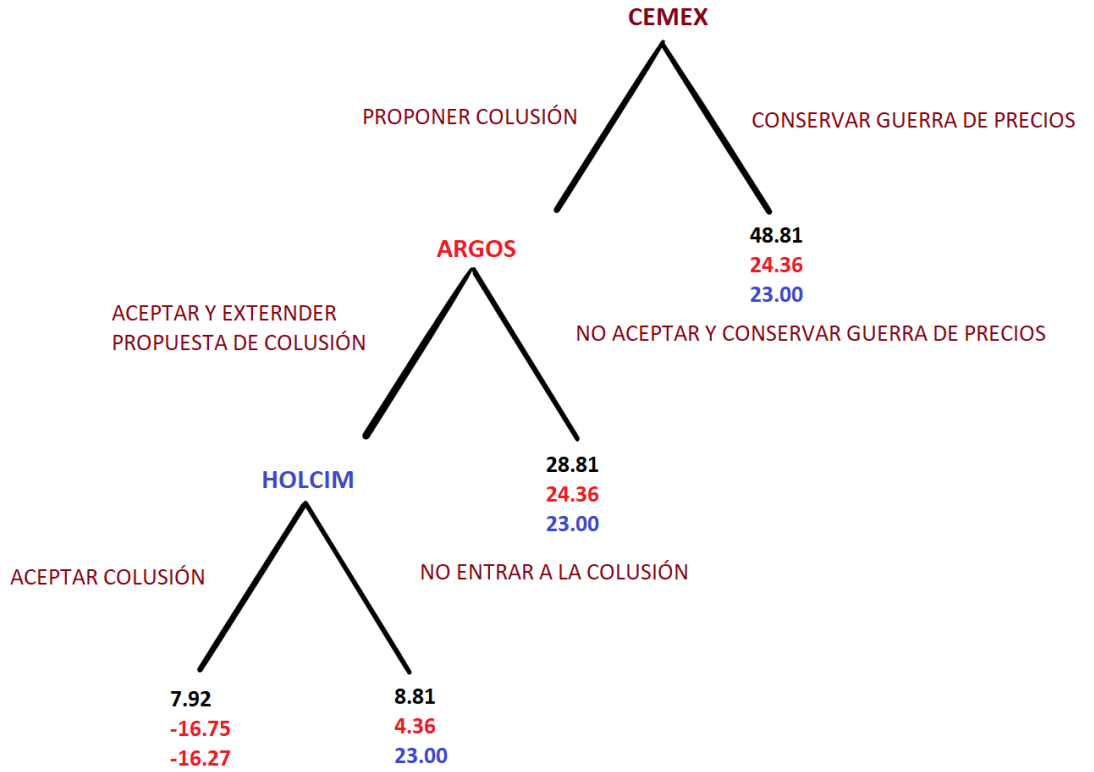


Ilustración 12: Modelo completo con pagos definidos segundo escenario

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	Coludir	No Coludir
	7.92,-16.75,-16.27	28.81,24.36,23.00
	No coludir	No Coludir
	48.81,24.36,23.00	48.81,24.36,23.00

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	Coludir	No Coludir
	8.81,4.36,23.00	28.81,24.36,23.00
	No coludir	No Coludir
	48.81,24.36,23.00	48.81,24.36,23.00

Tabla 22: Modelo completo con pagos definidos segundo escenario

IDENTIFICACIÓN DEL EQUILIBRIO DE NASH

Según el autor Joseph E. Harrington, Jr., el concepto de equilibrio de Nash no es lo suficientemente explicativo para este tipo de modelos (modelos secuenciales con información perfecta) por lo cual se introduce el concepto del equilibrio de Nash perfecto en subjuegos, el cual busca dividir el juego en varios subjuegos e ir resolviendo estos uno a uno, para al final encontrar la situación esperada.

La forma de resolver estos subjuegos es descrita por el autor como inducción hacia atrás, que en pocas palabras quiere decir que los juegos se empezaran a resolver desde el final hacia el principio.

A continuación, se presentará el equilibrio de Nash perfecto en subjuegos para los dos escenarios explicando la lógica de decisión de los participantes del modelo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

✓ Primer escenario.

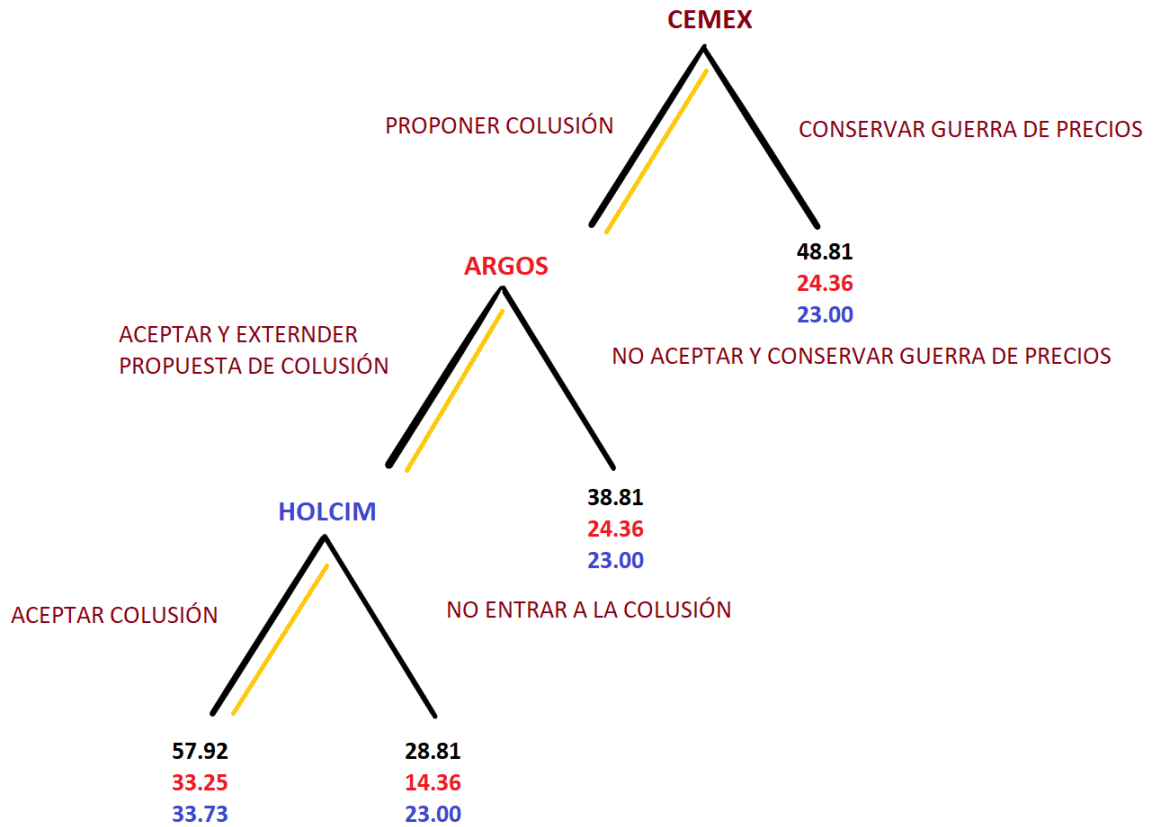


Ilustración 13: Modelo resuelto primer escenario

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	57.92,33.25,33.73	38.81,24.36,23.00
No coludir	48.81,24.36,23.00	48.81,24.36,23.00

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	28.81,14.36,23.00	38.81,24.36,23.00
No coludir	48.81,24.36,23.00	48.81,24.36,23.00

Tabla 23: Modelo resuelto primer escenario

La lógica para alcanzar esta solución es la siguiente:

- Holcim conoce que su rendimiento va a ser mejor si acepta la propuesta de colusión, por lo cual toma la decisión de aceptarla.
- Argos sabe que Holcim estará beneficiado por la propuesta, por lo cual decide extenderse, es decir, Argos decide aceptar la propuesta de colusión ya que le resulta en un mejor beneficio que si no la aceptara, debido a que supone que Holcim la aceptará.
- Cemex conoce que a Argos y a Holcim les conviene, en este horizonte temporal, formar la colusión y que si esta es propuesta, ellos la aceptarán, por lo cual analiza su situación propia y decide realizar la propuesta ya que aumenta su beneficio.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

✓ Segundo escenario.

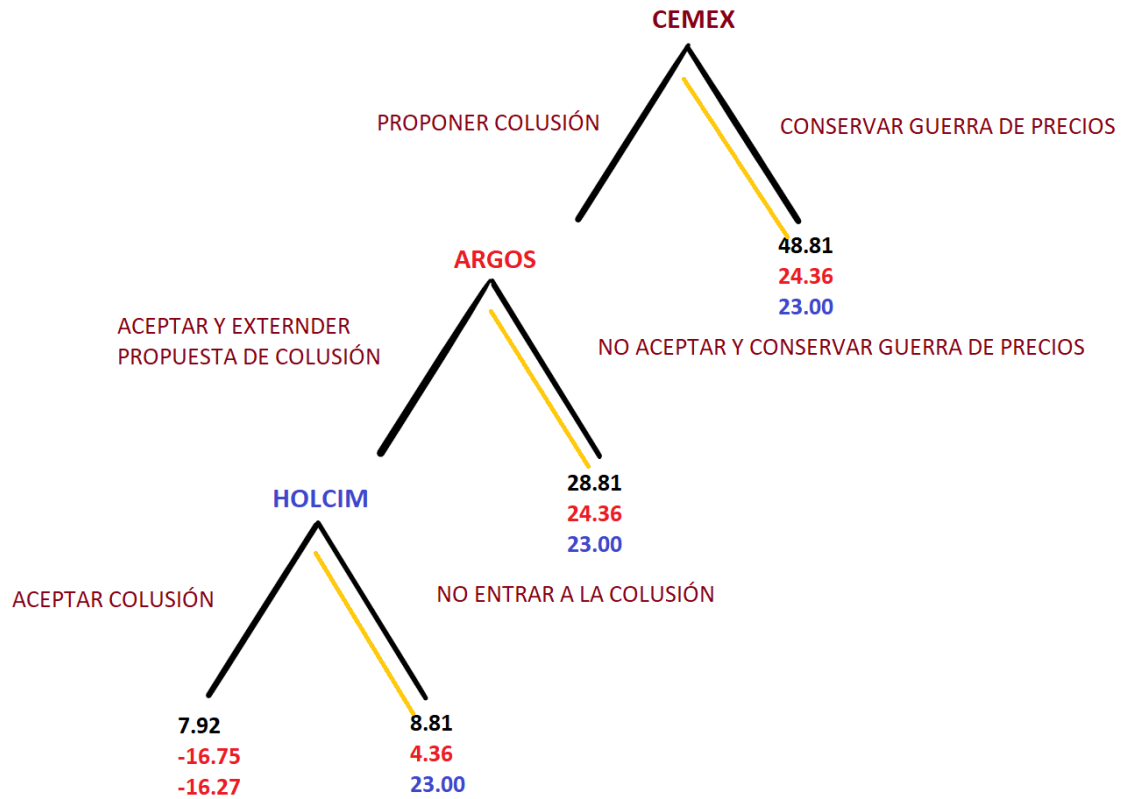


Ilustración 14: Modelo resuelto segundo escenario

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

HOLCIM, Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	7.92, -16.75, -16.27	28.81, 24.36, 23.00
No coludir	48.81, 24.36, 23.00	48.81, 24.36, 23.00

HOLCIM, No Coludir

ARGOS

	Coludir	No Coludir
CEMEX	8.81, 4.36, 23.00	28.81, 24.36, 23.00
No coludir	48.81, 24.36, 23.00	48.81, 24.36, 23.00

Tabla 24: Modelo resuelto segundo escenario

La lógica para alcanzar esta solución es la siguiente:

- Dado el caso de que a Holcim le llegará la proposición de una colusión, teniendo en cuenta las condiciones a las que se enfrentaría debido al horizonte temporal, tomaría la decisión de declinarlo debido a que esta opción le trae un beneficio mayor.
- Argos, sabiendo que Holcim no aceptará la propuesta de colusión si se la llegara a extender, y teniendo en cuenta que aun si este la aceptara su beneficio es mayor si no se la extiende, decide no aceptar la propuesta por parte de Cemex y de esta forma quedarse con el mayor beneficio posible para él.
- Cemex, conociendo que ni a Argos ni a Holcim les convendría la colusión y que por este hecho no aceptarían la propuesta, sabe que el mayor beneficio que puede alcanzar es si no lleva a cabo la propuesta.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

- Se concluye que fue de vital importancia la elección de un modelo de líderes y seguidores, ya que este permitió organizar el orden real en el cual se tomarían las decisiones en este momento en específico y permitió hacer claridad sobre el hecho de que el líder del juego no es el líder del mercado en este caso.
- Es posible afirmar que las decisiones de coludir o no coludir afectan directamente los precios y los márgenes de las compañías en cuestión, lo cual termina por confirmar que el modelo utilizado fue un modelo basado tanto en precios como en cantidades de producción.
- Se resalta la importancia de graficar este tipo de modelos (en los cuales un jugador toma decisiones antes que otros) de manera secuencial, ya que permite el mejor entendimiento y posterior desarrollo de la solución de este. Sin embargo, se considera importante la modelación en tablas de situaciones, ya que permite al lector tener una mejor perspectiva del escenario estudiado.
- Se concluye que el equilibrio de Nash perfecto en subjuegos funciona como herramienta para el desarrollo y elección de una situación a suceder para el modelo planteado.
- El resultado final del modelo propuesto fue totalmente diferente para los dos escenarios analizados, por lo cual se puede concluir que los controles llevados a cabo por la SIC son efectivos.
- En cuanto al primer escenario analizado (entre enero de 2010 y diciembre de 2012) se resalta que la situación óptima para todos los participantes es el de la colusión, otro escenario sería de menor beneficio para todos los competidores.
- Se puede considerar que, en el primer escenario, Cemex toma un riesgo al ofrecer la colusión, ya que la única situación en la cual se vería beneficiado es en la de una colusión completa. Siguiendo esta lógica, Argos de igual manera toma un riesgo al aceptar y pasar la invitación a Holcim.
- En ambos escenarios, se puede concluir que Holcim es la empresa mas beneficiada, debido a que es la ultima en tomar su decisión, es decir, a Holcim le es indiferente todo lo que sucede antes de que la decisión de coludir o no este en sus manos y puede analizar la situación enfocándose solamente en si mismo, sin esperar lo que hagan los demás competidores.
- En cuanto al segundo escenario analizado, se observa que cualquier escenario que no sea el de no ofrecer la colusión es perjudicial para Cemex, por lo cual se

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

decantaría por no ofrecer la opción de colaborar y las demás compañías no tendrían una decisión que tomar.

- Para el segundo escenario, en caso de un ofrecimiento por parte de Cemex, Argos y Holcim tampoco se verían beneficiadas por una colusión en ningún caso, por lo cual la decisión de todos los competidores es la misma.

REFERENCIAS

- D'Aspremont, C., Encaoua, D., & Ponsard, J.-P. (2004). Market Structure and Competition Policy: Game-Theoretic Approaches. Retrieved September 24, 2018, from https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=asD0rWhN-CoC&oi=fnd&pg=PA9&dq=game+theory+application+in+cement+sector&ots=Fam2Q9RxL7&sig=HP7HBZZ3ulzo0SI3ZGYojQza2CY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- De la Garza, Ó. J., & Arteaga G, J. C. (2011). Análisis de la competencia en la industria en México. *EconoQuantum*, 8(1), 73–89.
- Duarte, J. B. (2014). *Estrategias de entrada a un oligopolio: el caso de Cementos Andino. Universidad & Empresa* (Vol. 16). Facultad de Administración, Universidad del Rosario. Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/1872/187232713005/>
- Gibbons, R. (1992). *Game theory for Applied Economists*.
- González, F. J., Iglesias, P., Rugel, C. I., & Barros, C. I. (2017). ANÁLISIS DE LAS APLICACIONES DE LA TEORÍA DEL JUEGO (GAME THEORY) EN EL PROCESO DE DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS, (Cisci), 362–366.
- Gorbaneff, Y. (2012). Teoría de juegos aplicable en administración. *Innovar: Revista de Ciencias Administrativas Y Sociales*. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.2307/23741480>
- Harrington, J. E. (2009). *Games, Strategies, and Decision Making*.
- Macias, H. A., & Castro, M. F. (2017). Capítulo 9: Situación del mercado en la que el número de vendedores es muy reducido, de manera que controlan y acaparan las ventas de determinados productos como si hubiera monopolio. In *Cadenas de valor y sostenibilidad en latinoamerica* (pp. 207–238).
- Myerson, R. B. (1997). *Game theory: analysis of conflict*.
- Soto, A., & Valente, M. R. (2005). *Revista de ciencias sociales. Revista de Ciencias Sociales* (Vol. 11). Instituto de Investigación Universidad del Zulia (LUZ) Maracaibo-Venezuela. Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1315-95182005000300008&script=sci_arttext&lng=en
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2008). Resolución 51694 De 04 De Diciembre

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

De 2008 Sancion Cementos Argos.

Superintendencia de Industria y Comercio. (2017). Resolucion_81391_2017.pdf.

Yepes Rodríguez, R. (2005). Análisis mediante teoría de juegos de la evolución de la competencia en el sector eléctrico español. *Estudios de Economía Aplicada*, 23–2, 335–362. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1250447>

Dinero (2018). estado de las cementeras en colombia. [online] Revista Dinero. Available at: <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/estado-de-las-cementeras-en-colombia/256335>.

SIC (2018). Consejo de Estado confirmó sanción por cartel del cemento integrado por CEMEX, ARGOS y HOLCIM | Superintendencia de Industria y Comercio. [online] Sic.gov.co. Available at: <http://www.sic.gov.co/noticias/consejo-de-estado-confirma-sancion-por-cartel-del-cemento-integrado-por-cemex-argos-y-holcim>.

Portafolio (2019). La producción de cemento aumentó 1,2% el año pasado. [online] Portafolio.co. Available at: <https://www.portafolio.co/economia/la-produccion-de-cemento-aumento-1-2-el-ano-pasado-525808>.

Argos (2019). Contexto. [online] Argos.co. Available at: <https://argos.co/Acerca-de-Argos/Contexto>.

Cemex (2019). Relación con CEMEX | Perfil de la Compañía | Acerca de Nosotros | CEMEX LatAm. [online] Cemexlatam.com. Available at: <http://www.cemexlatam.com/ES/AcercaNosotros/RelacionCemex.aspx>.

Holcim (2019). Nuestra Empresa. [online] Holcim Colombia S.A. - Holcim Colombia S.A. Available at: <https://www.holcim.com.co/nuestra-empresa/nuestra-empresa>.

Latorre Cañón, A. (2008). LA INDUSTRIA DEL CEMENTO EN COLOMBIA DETERMINANTES Y COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA (1996-2005). [ebook] Bogotá.

Tarziján M, J. and Paredes, R. (2012). Organización industrial para la estrategia empresarial. Santiago de Chile: Pearson Educación.

Pindyck, R. and Rubinfeld, D. (2006). Microeconomics

Gorbaneff, Y. (2002). game theory as applied to administration

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.