

El producto interno bruto de la construcción y su incidencia en la oferta y demanda de
cemento en Colombia, período 2009-2020

Autores:

Andrés Fernando Guerrero Bravo

Fabián Andres Muñoz Sierra

Maestría en Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Bogotá D.C.

2021

El producto interno bruto de la construcción y su incidencia en la oferta y demanda de
cemento en Colombia, período 2009-2020

Autores:

Andrés Fernando Guerrero Bravo

Fabián Andres Muñoz Sierra

Tutor:

Andrés Fernando Santacruz Mera

Maestría en Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Bogotá D.C.

2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	15
1.1. Objeto de la investigación	15
1.2. Planteamiento del Problema	17
1.3. Objetivos de investigación	17
<i>1.3.1. Objetivo General</i>	17
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i>	17
<i>1.3.3. Hipótesis</i>	18
1.4. Justificación.....	19
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	25
2.1. Estado del Arte	25
2.2. Bases Teóricas	31
<i>2.2.1. El Cemento y la Industria</i>	31
<i>2.2.2. El Proceso de Producción</i>	32
<i>2.2.3. Tipos de Cemento</i>	33

2.2.4. <i>Historia de la Producción de Cemento en Colombia</i>	34
2.2.5. <i>Estructuras de Mercados en la Economía</i>	35
2.3. Monopolio	40
2.3.1. <i>Monopolio vs Competencia Perfecta: el poder de mercado</i>	40
2.3.2. <i>¿Por qué existen los Monopolios?</i>	42
2.3.3. <i>Prevención del Monopolio</i>	44
2.4. Oligopolio.....	46
2.4.1. <i>Tipos de Oligopolio</i>	47
2.5. Competencia Monopolística.....	48
2.5.1. <i>Discriminación de Precios</i>	49
2.5.2. <i>Enfoque de la Industria</i>	49
2.6. Empresas del Sector.....	50
2.7. Materia Prima del Cemento.....	51
2.7.1. <i>Estructura de Costos</i>	52
2.7.2. <i>Enfoque de la Demanda</i>	53
2.8. Relación del Sector de la Construcción y la Industria del Cemento	54
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	58
3.1. Marco Metodológico	58

3.2. Justificación del uso de la Metodología de M.C.O y Cointegración	59
3.6. Descripción de la Base de datos para el modelo de Consumo de Cemento	69
3.3. El modelo y la identificación de las variables	69
3.4. Signos Esperados de las variables explicativas.	72
3.4.1. Producto Interno Bruto de Construcción (PIBC).	72
3.4.2. Liquidez Monetaria (M_1)	73
CAPÍTULO IV: HECHOS RELEVANTES DE LA ECONOMÍA COLOMBIANA ...	73
4.1. Contexto Nacional	74
4.1.1. Producción y Demanda Nacional de Cemento	74
4.2. Panorama Internacional	85
4.2.1. Producción Mundial	85
4.2.1.1. Principales Productores de Cemento en el Mundo.	85
4.2.3. <i>Demanda Mundial</i>	86
4.2.4. Exportaciones e Importaciones de Cemento a nivel Mundial	89
4.2.4.1. Exportaciones de Cemento a nivel Mundial por Sub-Regiones	89
CAPÍTULO V: RESULTADOS	92
5.1. Estimación del Modelo Econométrico a través del método de M.C.O (Mínimos Cuadrados Ordinarios).....	92

5.1.1. Especificación del Modelo Formal de demanda y oferta de cemento en Colombia.....	92
5.1.2. Planteamiento del Modelo de Demanda de Cemento en Colombia.....	93
5.1.3. Matriz o Test de Correlación de la variable dependiente Demanda de Cemento (Dct) y regresoras (PIBC y M_1).....	94
5.1.4. Correlación gráfica entre la Demanda de Cemento (DC) y el Producto Interno Bruto (PIBC) en Colombia.....	95
5.1.5. Modelo Econométrico de Demanda de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3.....	97
5.1.5.1. Modelo Econométrico de Demanda de Cemento estimado con M.C.O....	97
5.1.5.2. Planteamiento del Modelo de Oferta de Cemento en Colombia.....	99
5.1.5.3. Matriz o Test de Correlación de la variable dependiente Oferta de Cemento (O _{ct}) y regresoras (PIBC _t y M_{1t}).....	99
5.1.5.5. Correlación gráfica entre la Oferta de Cemento (OC) y la Liquidez Monetaria (M_1) en Colombia período 2009:2-2020:3.....	101
5.1.5.6. Modelo Econométrico de Oferta de Cemento estimado con M.C.O.....	102
5.1.5.6. Modelo Econométrico estimado con Cointegración.....	104
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción y Despacho de Cemento en Colombia período 2009-2020. (En Toneladas)	16
Figura 2. Evolución del Crecimiento de la Producción y la Demanda de Cemento en Colombia período 2010-2019. (En Var. % Interanuales).....	21
Figura 3. Tasa de Crecimiento del PIB de Colombia 2006-2020. (Var. %)......	22
Figura 4. Tasa de Crecimiento del PIB, de la Producción y Demanda de Cemento en Colombia período 2010-2020. (En Var. %).	23
Figura 5. Tasa de Crecimiento del PIB consolidado y de Construcción. (Var. %). 24	
Figura 6. Evolución de la Producción de Cemento en Colombia, período 2009 (Abril)-2020).	75
Figura 7. Evolución de la Demanda de Cemento en Colombia, período 2009 (Abril)-2020	76
Figura 8. Relación de la Producción (Tn) y la Demanda de Cemento en Colombia, período 2009 (abril)-2020.....	77
Figura 9. Tasa de Crecimiento interanual de la Producción y Demanda de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Toneladas).....	78
Figura 10. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto (PIB), la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Var.%).	79

Figura 11. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC), la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Var.%).	81
Figura 12. Demanda (Tn), Producción (Tn) y Tasa de Crecimiento de la demanda (%) de Cemento a nivel mundial período 2014-2018 (Febrero)	87
Figura 13. Exportaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas).....	90
Figura 14. Importaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas).....	91
Figura 15. Diagrama de Dispersión entre la Demanda de Cemento (DC) y el Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBc) en Colombia período 2009:2-2020:3	95
Figura 16. Diagrama de Dispersión entre la Demanda de Cemento (DC) y la Liquidez Monetaria (M1) en Colombia período 2009:2-2020:3	96
Figura 17. Diagrama de Dispersión entre la Oferta de Cemento (OC) y el PIB de la Construcción (PIBC) en Colombia período 2009:2-2020:3	100
Figura 18. Diagrama de Dispersión entre la Oferta de Cemento (OC) y la Liquidez Monetaria (M ₁) en Colombia período 2009:2-2020:3	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tasa de Crecimiento de la Producción y Despacho de Cemento (Demanda) en Colombia período 2010-2020	20
Tabla 2. Estructura de Mercado según el número de participantes	36
Tabla 3. Caracterización de las Estructuras de Mercado.....	38
Tabla 4. Representación Formal del Modelo de Demanda y oferta de Cemento con M.C.O en Colombia período 2009:2-2020:3.....	71
Tabla 5. Representación Formal del Modelo Cointegrante a Largo Plazo de Demanda y oferta de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3.....	71
Tabla 6. Evolución de la Producción y Demanda (Despacho) de Cemento en Colombia durante el período 2009 (Abril)-2020. (En Toneladas).	74
Tabla 7. Tasa de Crecimiento interanual de la Producción y Demanda de Cemento en Colombia durante el período 2011-2020. (En Toneladas).....	77
Tabla 8. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto (PIB), la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (Var. %).	79
Tabla 9. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto (PIB) de la Construcción, la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Var. %).	80
Tabla 10. Demanda (Despachos) en Colombia de Cemento por canal de Distribución. En Toneladas (Tn). Período: 2009 (abril) -2021(marzo).....	81

Tabla 11. Demanda (Despachos) en Colombia de Cemento por Granel y Empacado Período: 2009 (abril) -2020. (En Tn).....	83
Tabla 12. Porcentaje de Participación en la Demanda (Despachos) de Cemento por tipo de empaque según canal de Distribución. Período: 2009 (abril)-2021 (marzo)	84
Tabla 13. Ranking de Productores de Cemento en el Mundo, período 2010-2018. (En Millones de Toneladas Métricas).....	85
Tabla 14. Consumo, Producción y Déficit Comercial de Cemento en el Mundo, período 2014-2019. (En Millones de Toneladas Métricas).....	86
Tabla 15. Principales Consumidores de Cemento en el Mundo, período 2010-2018 (En Millones de Toneladas Métricas).....	88
Tabla 16. Exportaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas).....	89
Tabla 17. Importaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas).....	90
Tabla 18. Matriz o test de correlación de la variable dependiente y regresoras del modelo econométrico de Demanda de Cemento en Colombia para el período 2009:2- 2020:3	94
Tabla 19. Resultados Econométricos con M.C.O del modelo de Demanda de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3.....	97

Tabla 20. Elasticidad de la Demanda de Cemento con relación al PIB de la Construcción y Liquidez Monetaria (M_1).....	98
Tabla 21. Elasticidad de la Oferta Cemento con relación al PIB de la Construcción y Liquidez Monetaria (M_1).....	100
Tabla 22. Resultados Econométricos con M.C.O del modelo de Oferta de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3	102
Tabla 23. Elasticidad de la Oferta de Cemento con relación al PIB de la Construcción y Liquidez Monetaria (M_1).....	103
Tabla 24. Resultados Econométricos de la regresión cointegrante para la Demanda de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3.....	104

1. INTRODUCCIÓN

La evidencia empírica en Colombia con respecto a la dinámica de la producción y consumo de cemento y sus derivados, entre el período 2009 y 2019, muestra que ha sido errática y volátil, con tendencia a decrecer. Con base a la información suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2019), se puede afirmar, que, en el período anteriormente mencionado, en una primera etapa comprendida entre el 2009 y 2015, la tendencia fue a crecer, no obstante, a partir de este lapso, las series de tiempo de esas dos variables (Demanda y oferta) iniciaron su descenso.

Es importante destacar lo que afirma Cañón (2008), con respecto a ciertas características que definen al cemento dentro de la estructura de mercado no competitivo, entre las cuales se destaca el hecho de que es un bien poco diferenciado, o casi homogéneo, asimismo, se evidencia que para competir con ese producto se requiere superar ciertas barreras de entrada a la hora de decidir invertir en ese sector, cabe mencionar el alto requerimiento de inversión inicial que se necesita, la poca capacidad para acumular inventarios, además de asumir elevados costos en el proceso de distribución. En otras palabras, este sector se caracteriza por estar inmerso dentro de una estructura de mercado oligopólica, con poder de mercado para maniobrar con la producción y modificar el nivel de precios con el fin de maximizar el beneficio económico.

La política económica del Estado tiene su influencia a ultranza en la dinámica del cemento, entre otras alternativas que lo explican, porque a través de ella se favorece o se desmejora la actividad económica nacional, por consiguiente, a través de esta afecta la demanda y producción de cemento. Por esta razón, resulta cierto, que el desenvolvimiento de la actividad económica nacional genera un impacto en la oferta y demanda de cemento. De esta manera, si la economía colombiana tiende a mejorar su

crecimiento económico, en esa misma medida se debería esperar un empuje en la producción y en la demanda de cemento.

Como bien es sabido, las circunstancias económicas de un país son dinámicas, más allá de la condición estática, en este sentido, se mantiene constantemente en cambio como consecuencia de los *shocks* de factores internos y externos. Cabe destacar que entre los primeros se identifica la evolución tecnológica, la cual, con el tiempo, puede coadyuvar a la aparición de nuevos componentes sustitutos de construcción, asimismo, la política económica diseñada y aplicada por el gobierno, que bien pueden favorecer o entorpecer el funcionamiento de la economía y con ello la realidad del mercado cementero. De la misma forma en el mercado de cemento, las obras civiles han liderado la demanda de este bien, auspiciada mayormente por el sector civil.

En definitiva, al estar en línea con los proyectos de infraestructura que se tienen previstos para los próximos cuatro años, el sector espera repuntar en producción de cemento, impulsado por las obras civiles e inmobiliarias que se espera despeguen en el 2019, la construcción inmobiliaria no ha logrado despegar como se tenía previsto, puesto que aún mantiene un inventario represado y no se han dinamizado las nuevas obras, el Producto Interno Bruto (PIB) consolidado y de construcción, viene decreciendo en los últimos años.

De esta manera, es importante y razonable indagar si, existe la posibilidad de que la actividad económica medida ésta por el PIB consolidado y el PIB de la Construcción (PIBC), hayan tenido efecto de causalidad en la desaceleración de la producción y la demanda del cemento en Colombia. Por esta razón se justifica, basado en lo anteriormente expuesto, desarrollar una investigación que persiga cuantificar la incidencia del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) sobre la demanda y oferta de cemento en Colombia durante el período 2009-2020. En este sentido, lograr cumplir con ese objetivo

planteado, contribuirá a descifrar la importancia de la dinámica de la actividad económica (medida por el PIB consolidado y el PIBC) en Colombia, y su influencia sobre la demanda y oferta de cemento.

La metodología implementada para el desarrollo de este trabajo se fundamenta en una investigación de tipo correlacional, ya que se obtendrá una matriz de correlación entre la variable dependiente (demanda y oferta de cemento) y regresoras (PIB de la construcción y liquidez monetaria (M_1), además, se estimará un modelo econométrico con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Cointegración (Test de Johansen y prueba de Dickey Fuller). Del mismo modo, la data usada será trimestral, período 2009:2-2020:3, suministrada por el Banco de la República de Colombia (BCC) y el DANE. Se toman estos períodos, debido a que la información disponible en estas dos instituciones, aportan la información a febrero del 2009 hasta marzo del 2020 y las mismas sirven como unidades de análisis para un período específico.

Para analizar los datos recabados se utilizarán las herramientas estadísticas y econométricas pertinentes con el fin de obtener resultados robustos y confiables. El trabajo se estructurará por capítulos, el primer capítulo abordará el problema en cuestión, contenido éste del planteamiento y definición del problema, objetivos, justificación, delimitación y alcance, hipótesis de investigación, el segundo capítulo centrará su propósito en desarrollar el marco teórico, haciendo énfasis en el estado del arte (antecedentes) y los fundamentos teóricos. De igual forma, el tercer capítulo, tiene como fin explicar la metodología que se usará para cumplir con el objetivo general de esta investigación y el contraste de las hipótesis, el cuarto capítulo presentará todo lo concerniente a los hechos relevantes acaecidos en Colombia a nivel nacional e internacional, el quinto y último capítulo se centrará en presentar los resultados referidos al modelo de estimación y, finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Objeto de la investigación

Es importante considerar, que el sector empresarial que se dedica al mercado del cemento en Colombia actualmente está expuesto a la volatilidad de un mercado que continuamente se expone al cambio, de hecho, su dinámica se explica por si sola en la tabla 1 y figura 1, donde se evidencia el ciclo económico de la producción y demanda de cemento en toneladas entre el período 2009 y 2019.

Tal y como se evidencia en la figura 1, la producción en toneladas de cemento en Colombia entre el 2009 y el 2015 pasó de 6.973.142 Tn a 13.406.717 Tn, lo que en términos de variación porcentual representó un 87%, un ascenso vertiginoso de la producción. Algo similar ocurrió con la demanda, representada ésta en los despachos realizados por los proveedores de cemento, al pasar en el mismo período de 6.326.942 Tn a 12.806.780 Tn, lo que en variaciones porcentuales representó 102%. No obstante, a partir de año 2015, la realidad fue otra, puesto que tanto la producción (Tn) como la demanda (Tn) inician una desaceleración entre el 2015 y 2020, al pasar la producción y la demanda de 13.046.717 Tn y 12.806.780 Tn respectivamente en el 2015 a 11.848.5682 Tn y 11.233.970 Tn respectivamente en el 2020, lo que, en términos de variación porcentual en el respectivo lapso de tiempo, representó para la producción una caída de -9,18% y similarmente en el caso de la demanda -12,3%. En definitiva, la tendencia de estas dos variables (producción y consumo de cemento) es a disminuir.

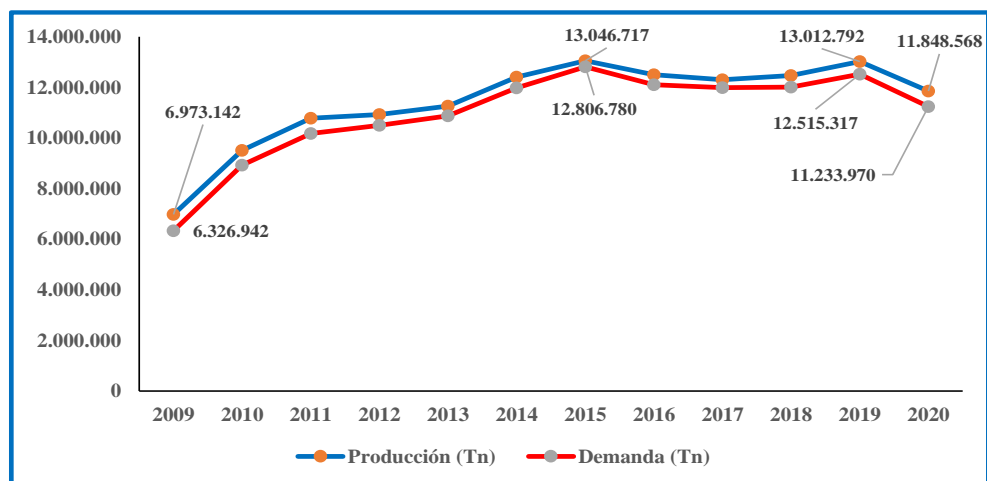


Figura 1. Producción y Despacho de Cemento en Colombia período 2009-2020. (En Toneladas)

Fuente: Tomado de DANE (2019).

Nota: Los datos del año 2019, llegan hasta el mes de septiembre 2019.

Ahora bien, las empresas inscritas en el ramo del cemento deben enfrentarse cada vez más a los embates de la dinámica del entorno, con el fin de paliar cualquier cambio adverso en la dinámica económica colombiana. Por esta razón, se deben ajustar las estrategias, con base a un verdadero estudio del problema, buscando las soluciones que coadyuven a la sostenibilidad financiera de la organización.

De cualquier forma, basado en todo lo sostenido anteriormente, y con el fin de corroborar si la actividad económica medida por el PIB de la construcción es responsable entre otros factores de la desaceleración de la producción y demanda de cemento en Colombia en los últimos años, la presente investigación tiene como objeto cuantificar la incidencia del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) sobre la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2009-2020.

1.2. Planteamiento del Problema

Como se ha afirmado anteriormente y, comprendiendo la importancia que tiene el sector empresarial cementero como principal agente económico en el caso de Colombia y que produce materia prima para la construcción de infraestructuras, vialidad, entre otras obras, necesarias para el progreso, riqueza, crecimiento y desarrollo del país, surge la siguiente interrogante que orientará la presente investigación:

- a) ¿Qué relación tiene el PIB de la Construcción con la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2009:2-2020:3?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo General

Cuantificar la incidencia del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) sobre la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2009:2-2020:3

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Definir en qué tipo de estructura de mercado se encuentra la industria del cemento en Colombia.
- b. Identificar la tendencia de la producción y demanda de cemento en Colombia durante el período 2009-2020.
- c. Analizar los distintos canales y forma de distribución del cemento en Colombia durante el período 2009-2020.
- d. Analizar las variables que inciden en el PIB relacionadas con la demanda y oferta del cemento en el sector construcción en el período en estudio.

1.3.3. Hipótesis

Con base al objetivo general y a los objetivos específicos se plantea contrastar las siguientes hipótesis:

a. Hipótesis General

$H_0: B_i = 0$, es decir, el Producto Interno Bruto de la Construcción no tiene ninguna relación con la Demanda y oferta de Cemento durante el período 2009:2-2020:3.

$H_1: B_i > 0, 0 < \epsilon < 1$ es decir, el Producto Interno Bruto de la Construcción tiene una relación positiva y significativa con la Demanda y oferta de Cemento durante el período 2009:2-2020:3. Asimismo, la incidencia del PIB de la construcción sobre la demanda y oferta de cemento en el período objeto de estudio es inelástica.

b. Hipótesis Específicas

H_{0a} = La Industria del Cemento en Colombia se encuentra dentro de una estructura de Mercado Oligopólico.

H_{0b} = La tendencia de la oferta y demanda de Cemento en Colombia es a decrecer debido al desmejoramiento del sector construcción.

H_{0c} = Dentro de canal de distribución de cemento en Colombia, el mayor porcentaje está concentrado en la comercialización de concreteras y empaques, durante el período 2009:2-2020:3

H_{0d} = La cuantificación del coeficiente del PIB de la construcción, permite inferir que el impacto que éste tiene sobre la demanda y oferta de cemento es positiva, significativa e inelástica durante el período 2009:2-2020:3.

1.4. Justificación

Señala Mora (2019), que uno de los sectores fundamentales que coadyuvan a dinamizar la economía colombiana, es el sector construcción, entre otras razones, por la forma rápida y directa de generar empleo. En consecuencia, la sensibilidad que quizás pudiese tener la actividad económica del país (cuantificada ésta por el desenvolvimiento del P.I.B), al fomentar la construcción es posiblemente alta, entre otras cosas, por su alta elasticidad generada sobre el sector real de la economía.

De esta manera, la relación entre el sector construcción y la industria del cemento es probablemente directa y quizás con un grado de correlación significativa. De igual modo, es relevante destacar que el efecto de la construcción sobre la economía nacional no sólo se evidencia en el sector del cemento, sino también, en otros mercados conexos muy distintos al mismo, como por ejemplo en áreas de la manufactura.

De la misma manera, prosigue Mora (2019), afirmando que el sector de la construcción produce una alta sensibilidad en el tejido productivo o sector real de la economía, y esto sucede cada vez que el gobierno vía política económica reconduce las decisiones de política pública.

Mora (2019), basado en el informe emitido por el DANE (2018), clasifica al sector de la construcción en tres (3) grandes grupos, señalados a continuación:

- a) Edificaciones para residencias y las que no se utilizan para residencias.
- b) Vialidad urbana y extraurbana y las vías de ferrocarril
- c) Actividades muy específicas pertinentes a la construcción de edificios y desarrollo de obras.

De igual modo, es importante acotar, que, en el estudio de Mora (2019), el mismo se sustenta en DANE (2018) para afirmar que el peso que ejerció el sector de la construcción

sobre la actividad económica (medido por el PIB), fue del 7% para el año 2018. Asimismo, según cifras del Banco Central de la República de Colombia, la construcción como porcentaje del PIB, estuvo para el período 2019 en 6,5%, y para el 2020 alcanzó 5%. Por consiguiente, esto muestra el gran grado de relevancia que este sector de la construcción tiene para la economía nacional.

La tabla 1 y figura 1, destacan un aspecto muy importante al comparar las series de producción y demanda puntualmente entre el 2010 y 2020, y es que ambas variables (Demanda y oferta de Cemento) vienen con una tendencia de decrecimiento, cayendo vertiginosamente en ese lapso.

Tabla 1. Tasa de Crecimiento de la Producción y Despacho de Cemento (Demanda) en Colombia período 2010-2020

Año	Variación % de la producción	Variación % de la demanda
2010	36,31	41,01
2011	13,4	14,06
2012	1,36	3,15
2013	2,99	3,53
2014	10,22	10,16
2015	5,2	6,99
2016	-4,23	-5,51
2017	-1,57	-0,97
2018	1,31	0,22
2019	4,44	4,21
2020	-8,95	-10,24
Promedio	5,5	6,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DANE (2019).

Nota: Los datos del año 2019, llegan hasta el mes de septiembre 2019.

Evidentemente, durante en el período 2010-2020, Colombia experimentó una desaceleración en el ritmo de crecimiento de la demanda y oferta de cemento, agudizando su caída a partir del 2015, en un promedio interanual de -0,6%. En general para el período 2010-2020, la demanda superó en ritmo de crecimiento a la oferta (6,1% vs 5,5%).

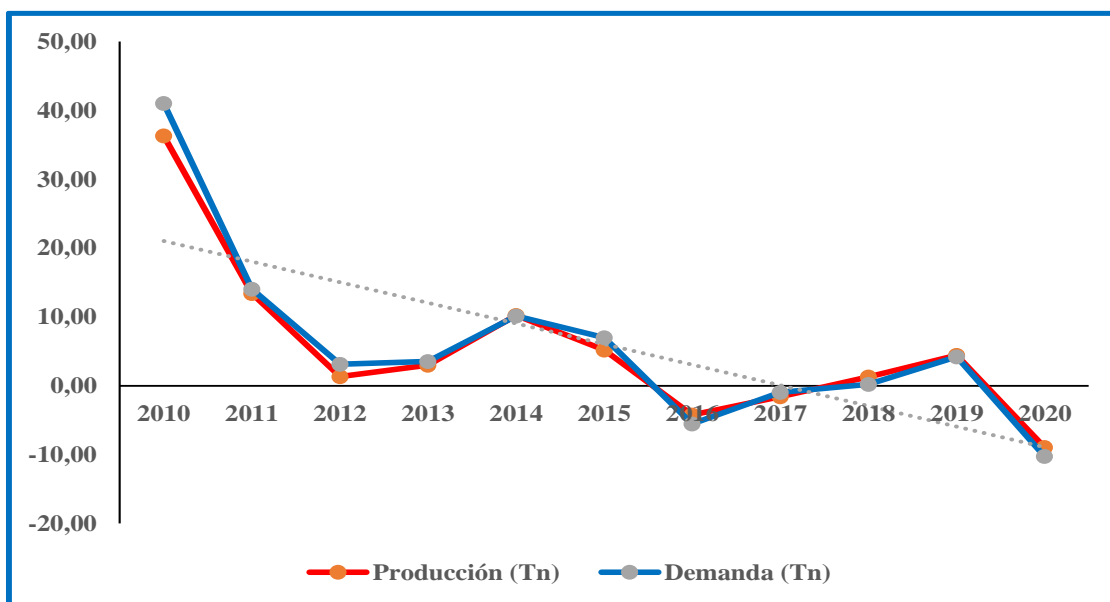


Figura 2. Evolución del Crecimiento de la Producción y la Demanda de Cemento en Colombia período 2010-2019. (En Var. % Interanuales)

Fuente: Tomado de DANE (2019).

Prácticamente el ritmo de desaceleración de la producción y la demanda de cemento a partir del año 2010 hasta el período 2020, es muy similar. Quizás pueda haber factores de índole microeconómicos o macroeconómicos que expliquen tal trayectoria entre la demanda y oferta de cemento en Colombia, y en ese sentido, es lo que se busca con esta investigación, conocer con carácter científico la verdadera causa de esa disminución en la actividad económica del cemento.

Desde el punto de vista microeconómico las causas del ritmo de crecimiento negativo de la oferta y demanda de cemento a partir del 2010, posiblemente, o quizás,

estén vinculadas a factores pertinentes al ámbito de los canales de distribución o de comercialización, eso será corroborado al terminar este estudio. No obstante, basados en los elementos microeconómicos y macroeconómicos, se justifica realizar esta investigación, puesto que la dinámica de la actividad económica de Colombia (medida por el PIB) revela una posible explicación de lo que esté aconteciendo en el mercado del cemento. (ver figura 2).

La figura 3, muestra el ritmo de crecimiento interanual del PIB a precios constantes, corroborando la recesión económica por la cual viene atravesando Colombia. Hay que recordar que el sector de la construcción está ligado estrechamente al desenvolvimiento de la actividad económica nacional, y que ésta se mide globalmente a través del agregado macroeconómico del PIB. En este orden de ideas, gráficamente se puede inferir que existe una relación directa entre el ritmo de crecimiento del PIB, la oferta y la demanda de cemento.

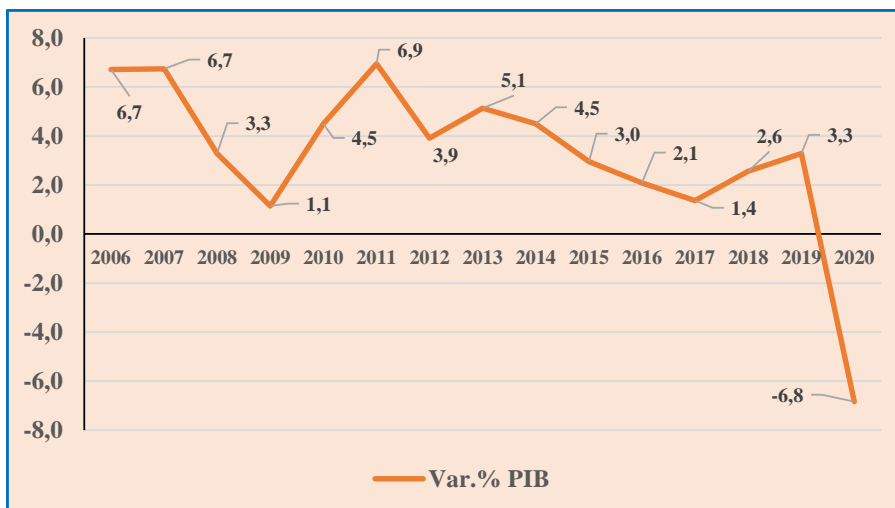


Figura 3. Tasa de Crecimiento del PIB de Colombia período 2006-2020. (En Var. %).

Fuente: Banco Central de la República de Colombia (BCRC).

En este orden de ideas, la figura 4, muestran el ritmo de crecimiento interanual del PIB a precios constante, relacionado éste con la oferta y demanda de cemento.

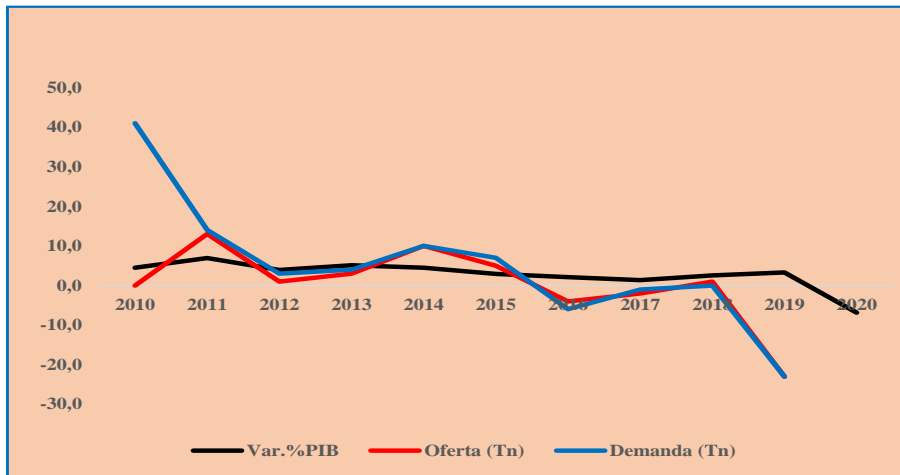


Figura 4. Tasa de Crecimiento del PIB, de la Producción y Demanda de Cemento en Colombia período 2010-2020. (En Var. %).

Fuente: BCRC. DANE (2019).

Hay que recordar que el sector de la construcción está ligado estrechamente al desenvolvimiento de la actividad económica nacional, y que ésta se mide globalmente a través del agregado macroeconómico del PIB. En este orden de ideas, gráficamente se puede evidenciar, que el trayecto entre el ritmo de crecimiento del PIB, la oferta y la demanda de cemento es muy similar.

Dentro de este orden de ideas, la figura 5 relaciona el índice de crecimiento del PIB de Colombia con el ritmo de variación interanual del PIB de construcción, sector éste muy ligado estrechamente con la industria del cemento.

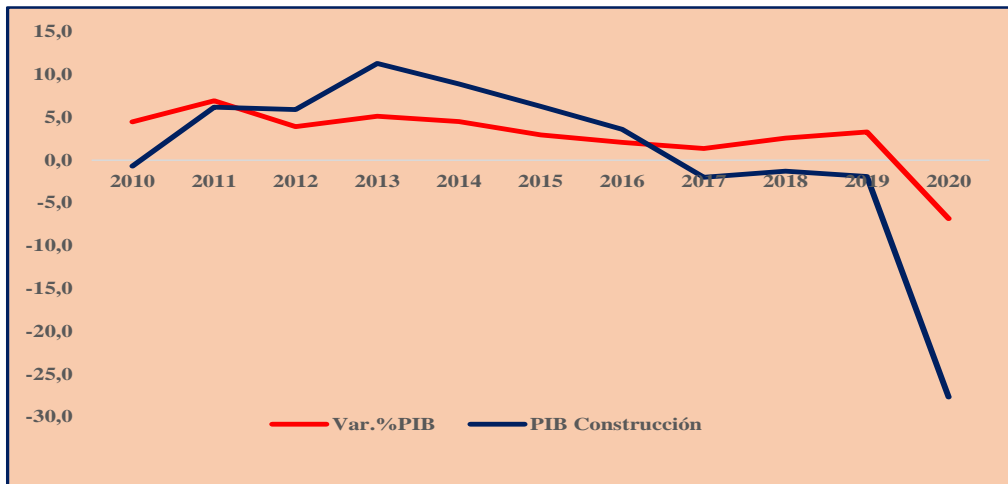


Figura 5 Tasa de Crecimiento del PIB consolidado y de Construcción. (En Var. %).

Fuente: BCRC.

Se puede señalar, que entre el PIB consolidado y el PIB de la construcción se aprecia una relación directa, lo cual da cuenta, quizás de una posible explicación del por qué la dinámica económica de la industria del cemento ha experimentado una caída o desaceleración en su producción y demanda. El sector de la construcción inicia su declive o desaceleración a partir del período 2013, siendo la caída mucho más aguda en el año 2019. Todo este panorama genera efectos muy negativos en la industria del cemento, dado su relación estrecha con la construcción.

Esencialmente este escenario motiva a buscar por parte de la industria del cemento, estrategias gerenciales que estimulen la diversificación de la actividad, con el fin de reducir riesgos y paliar el desmejoramiento ocasionado por la construcción, ya que entre ambos sectores existe una interdependencia de acción muy estrecha. En este sentido, se comprende y se justifica una investigación que tenga como objetivo Cuantificar la incidencia del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) sobre la demanda y oferta de cemento en Colombia durante el período 2009:2-2020:3.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Estado del Arte

Según Castro y Macías (2017), en la segunda guerra mundial las economías prácticamente quedaron devastadas, con una importante reducción de la disponibilidad de materias primas. En este sentido, posteriormente al carbón y al acero, el cemento viene a ocupar un lugar importante en términos de materia prima para la construcción, no sólo para las edificaciones, sino también para todas aquellas obras públicas desarrolladas en el contexto global. De la misma forma, en el planeta quedan muy pocos lugares que por la tradición y las distintas necesidades que se exigen en la zona, utilizan algunos sustitutos cercanos al cemento para llevar a cabo la construcción de edificaciones.

En esta perspectiva, de utilización del cemento como materia prima de vital importancia y las variaciones de los precios, Cárdenas, Mejía, y García (2007) desarrollan un trabajo investigativo relacionado con la industria del cemento en el contexto de Colombia, donde analizan la dinámica del sector durante las últimas décadas. En esencia, se busca encontrar la relación que pudiese existir, entre los precios y el volumen del cemento producido en un período de 25 años, es decir, contrastaron la ley de la demanda en el renglón cemento, además, se analizó en forma muy detallada algunas variables que de alguna manera tuvieron un efecto en el comportamiento de los precios durante el lapso objeto de estudio.

En resumen, concluyeron que el desarrollo de la crisis económica alrededor del año 2000 incidió en la estrecha relación entre volumen y precios, creando un desajuste, que posteriormente ha logrado ser corregido, en fechas recientes. Esto se debe a la implementación de estrategias, direccionadas a fijar el precio, en función del volumen de la demanda.

En esta misma perspectiva, Loo, Huamanchumo, Aurich, Cámac y Acosta (2017), desarrollan una investigación, que tuvo como fin último realizar un análisis comparativo en el aspecto financiero, haciendo referencia específicamente a las cifras de la industria cementera en dos países de América del Sur, bajo la modalidad de estudio de casos, esencialmente en dos (2) cementeras: Argos y UNACEM. En este orden de ideas, en este trabajo se plantea como hipótesis, que el cemento, es un material de color grisáceo, que presenta una textura muy fina, y que tiene la característica de mezclarse con otros materiales con la finalidad de producir como resultado un material, con alta resistencia, de gran fortaleza que actualmente existen, es decir, representa un factor fundamental en el desarrollo y avance de las tecnologías de construcción, permitiendo el desarrollo de esta gran industria.

Loo, Huamanchumo, Aurich, Cámac y Acosta (2017), señalan que el cemento hace acto de presencia en un sinnúmero de actividades económicas que tienen una estrecha relación con la dinámica económica (crecimiento económico) y el desarrollo de las sociedades comúnmente denominadas modernas. Se han hecho estimaciones y las mismas arrojan que para la industria del cemento se proyecta un escenario favorable, representado éste en un crecimiento anual en términos medios de 9% para el 2020. En este sentido esta visión optimista se fundamenta entre otras razones, en la mayor demanda que se tiene previsto en los proyectos residenciales, derivado del alza en el poder de compra subyacente en los mercados emergentes.

Por otro lado, existen un conjunto de características muy similares que se pueden evidenciar en el análisis de los mercados de los países en estudio. Por un lado, se evidencian perspectivas de crecimiento en ambos casos, debido al desarrollo de proyectos de gran envergadura y de inversiones, algunos de ellos en franco desarrollo, pero, al mismo tiempo

se presenta una situación de oligopolio, que impone límites y barreras a nuevos competidores y además se requiere una alta inversión inicial.

Se puede señalar del mismo modo la investigación desarrollada por León y León (2020) en la cual abordan la perspectiva de internacionalización de la industria cementera de Colombia, utilizan para ello la aplicación de un estudio monográfico y metodología descriptiva, se persigue como fin explicar los modelos económicos, empleados por la Cementera Argos para posicionarse en el mercado norteamericano, Centroamérica y el Caribe, este posicionamiento de acuerdo a lo que indican León y León (2020) ha resultado ser exitoso, impactando de manera positiva a la industria cementera en general.

Otro aspecto que desarrollan León y León (2020), es el tema político, realizan un análisis de las diversas variables, que han tenido incidencia en el desarrollo de la exportación, y los modelos usados por Argos que puedan ser aplicados a empresas del sector cementero en el país. En este orden de ideas, el estudio de León y León (2020) aporta como conclusión esencial que, para entender el proceso de exportaciones o internacionalización llevado a cabo por la industria cementera, a finales del siglo XX, es preciso señalar los incentivos realizados desde el Estado, en el período 1990-1994, durante la presidencia de César Gaviria, utilizando para ello el CONPES DNP- 2465-J que estaba orientado a impulsar los cambios para modernizar la industria colombiana.

Esta iniciativa de orden político ha dado sus frutos, tal como afirman León y León (2020) las cifras indican que, el sector cemento, la minería, canteras y en términos generales la construcción son los de mayor crecimiento económico y que han sido demandados por la enorme cantidad de proyectos infraestructura en pleno desarrollo en Colombia.

Para concluir, en este estudio, evaluando la experiencia del grupo Argos, el modelo de negocios implementado que consistió en la adquisición de empresas

cementeras en los países destino, resultó exitoso, se logró por un lado aprovechar la experiencia acumulada en el sector, desarrollo y posicionamiento del mercado, y creando novedosas oportunidades que se traduce en un crecimiento económico y retorno de la inversión. Por estas razones, este modelo de negocios se recomienda de manera amplia ya que demostró excelentes resultados, incluso en la rentabilidad de la inversión.

En la misma perspectiva, Mora, (2019), indica que un contribuyente importante para la dinámica del sector real de la economía colombiana es el sector de la construcción. De cualquier manera, este importante sector multiplicador, coadyuva a influir sobre la reactivación de otras importantes empresas que están inscritas sobre un contexto de industrias, entre ellas la del cemento, que, al actuar sinérgicamente sobre la economía real, genera un resultado positivo sobre los indicadores económicos de la economía.

Por otro lado, hay que destacar que posteriormente al ejercicio económico 2016, se ha evidenciado un ritmo de crecimiento negativo del sector de la construcción. En este sentido, esta afirmación se sostiene en lo esgrimido por DANE (2019), institución que afirma que la economía de Colombia durante el período 2019, presentó variaciones porcentuales trimestrales de -1,5%, entre otros aspectos que lo validan, por la merma en los distintos programas gubernamentales que auspician indiscutiblemente la construcción de vivienda, ésta generando a su vez, demanda en el sector del cemento, por consiguiente, efectos positivos sobre este último.

Cabe considerar por otro lado, que DANE (2018), en aras de facilitar la medición de la oferta del sector construcción, colocó a disposición ciertos indicadores que facilitan tener una apreciación más cierta de lo que se produce. En este orden de ideas, cabe destacar, por ejemplo:

a) El total de lo que se produce de cemento gris.

- b) El área causada objeto de la actividad constructiva.
- c) El área de licencia para construir las obras.
- d) El área de apertura (iniciada) de edificaciones y finalmente.
- e) El área finiquitada (culminada) de las edificaciones.

Dentro de este marco, DANE (2018), definió otros indicadores que van enfatizados a cuantificar la demanda, como, por ejemplo:

- a) El total de los despachos de cemento gris.
- b) La totalidad del producto de concreto en este caso, en forma de un componente premezclado.
- c) La estimación del valor en términos monetarios de todos los créditos aprobados y concedidos exclusivamente para la adquisición o mejoras de vivienda.
- d) El total de créditos aprobados y liquidados para el caso de las viviendas.
- e) El saldo del capital que corresponde a la cartera hipotecaria de vivienda
- f) La suma de los créditos de la cartera hipotecaria destinadas a las viviendas.

Asimismo, se despacharon en el 2018, aproximadamente 12 millones de toneladas de cemento, distribuyendo su destino en un 42% hacia las concreteiras, constructores y contratistas del sector. Desde otro punto de vista, en ese mismo período, la producción de concreto premezclado produjo 6.6 millones de m³, específicamente dirigidos a viviendas, obras civiles y edificaciones.

Dentro del mismo orden de argumentos dados por DANE (2019), se consigue un reporte muy significativo suministrado por esta institución, y es que existe una significativa importancia del sector construcción para la economía colombiana, de hecho, dentro de los que se produjo en el 2019, cuantificado por el PIB nacional, el 7% fue

responsabilidad del sector construcción, de ahí su significativo impacto y sensibilidad que sobre la economía real ejerce este sector.

En la perspectiva señalada, el sector de la construcción colombiana muestra el empuje o motorización en de su participación como propulsor y motor del PIB real, no obstante, en las últimas dos décadas; se ha percibido un escenario de decrecimiento, ocasionando un impacto negativo en la industria del cemento, en consecuencia, este panorama ha traído efectos desfavorables para este último, enmarcado dentro de un entorno que cada vez se hace mucho más competitivo.

En otro sentido, Flores y Cortes (2015), desarrollan un estudio donde señalan, que, en los actuales momentos, el sector cemento es neurálgico para la economía del país. En esta investigación se busca caracterizar a la industria del cemento colombiano, siguiendo un camino metodológico que se delimite tanto en el contexto interno o nacional, así como en el ámbito internacional.

En este contexto, se debe articular el análisis con la cadena de suministro, no dejando al margen a los actores que directa e indirectamente tienen una importante influencia en el modelo de negocio del comercio internacional, los cuales con su aporte y desempeño auspician el aumento de los indicadores en materia de competitividad, tanto a nivel regional como nacional, indican que existen otros factores que se deben considerar tales como: el cumplimiento de los estándares relacionados con la responsabilidad social, y el tema de las buenas prácticas en el desarrollo de sus emprendimientos. En esta investigación en cumplimiento con el objetivo general se implementó una investigación de tipo descriptiva con énfasis en un diseño de tipo documental.

En concordancia con el párrafo anterior, Flores y Cortes (2015), en su estudio llegan a la conclusión de que el cemento como insumo preponderante, se ha convertido

con el paso de los años en un factor clave, que auspicia la dinámica del crecimiento y desarrollo del sector de la construcción, dentro del contexto global. Sirven a modo referencial las cifras de crecimiento de este sector para constatar la marcha de las economías, debido a su impacto en el desarrollo de infraestructura y generación de puestos de trabajo. Es evidente que, la industria cementera ha resultado favorecida por la expansión de la construcción, con efecto no sólo en lo residencial, sino también en el ámbito de lo no residencial.

Finalmente, con alusión a los mismos autores, la industria del cemento en el contexto global tiene sus particularidades de acuerdo al desarrollo interno de cada país. Resulta claro, que los países producen el producto, con cuotas muy limitadas, sin embargo, la industria cementera, tiende a ser controlada por transnacionales, las cuales, debido a su tamaño, desarrollo de tecnología, y recursos económicos se instalan en los países que presentan un alto potencial, tanto en lo productivo como en crecimiento sostenible. En esencia, se puede afirmar, según los investigadores previamente señalados, que estas industrias oligopólicas del cemento tienden más a la internacionalización de las empresas que a la propia comercialización de los productos globalmente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. El Cemento y la Industria

Según Cañón (2008), el rubro cemento se puede obtener realizando una adecuada combinación de ciertos materiales en las proporciones correspondientes, entre estos materiales se encuentra la arcilla, además de otros compuestos calcificados en polvo. Posteriormente, cumplido rigurosamente el proceso, éste adquiere las propiedades de adhesión, que le son características. Asimismo, es destacable mencionar que este

producto es considerado el insumo más importante o significativo del sector de la construcción.

2.2.2. El Proceso de Producción

Prosiguiendo con Cañón (2008), señala que, dado que las propiedades del cemento cambian en función de los insumos que se utilicen y de los respectivos métodos que se usen en el proceso de producción, se generan varias clases de cemento.

Hay que hacer notar en este sentido, que en el proceso de fabricación existen cuatro (4) etapas principales (Ver Figura1):

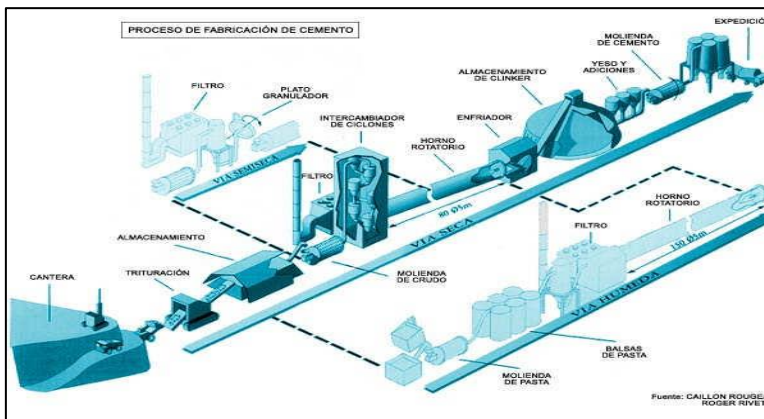


Figura 6. *Proceso de Fabricación del Cemento.*

Fuente: Tomado de Cañón, A. (2008). p.7.

- a. *La extracción y molienda de materias primas.* Cañón (2008), destaca que el factor que fluye como insumo primordial del cemento es la que se conoce como caliza, siendo el origen de ésta, la que proviene de recursos naturales. Por lo tanto, una vez obtenida, se tritura con la finalidad de obtener un producto cuyas dimensiones no superan los 20 mm de diámetro subsiguientemente, se procede al almacenamiento con la arcilla y otros componentes.

b. *Homogeneizando la materia prima*. Se alcanza gracias a una correcta dosificación, la cual debe ser adecuada, por consiguiente, se elabora una mezcla homogénea denominada crudo.

c. *Producción de Clinker*. En esta fase del proceso se calcina el crudo a una temperatura de 14000 °C, lo que hace que se convierta en Clinker.

d. *Molienda de cemento*: En esta etapa según el autor, el nuevo Clinker se muele en dos (2) etapas distintas, posteriormente se le añade el yeso, con el fin de dilatar el tiempo que se requiere para fraguar, de esta manera, el resultado final es la obtención del cemento.

2.2.3. Tipos de Cemento

Ahora bien, cabe resaltar tal y como se mencionó previamente, que existen ciertas clases de cemento, cada uno de ellos con sus particulares características, y propiedades y que cambian dependiendo del porcentaje de que implique la dosificación que se use en cada materia prima. Los tipos más utilizados en Colombia según Cañón (2008), son:

a. *“Cemento Pórtland tipo 1”*. En Colombia es el que mayormente se comercializa, se le denomina cemento gris y su aplicación se centra primordialmente en estructuras y obras.

b. *“Cemento Pórtland tipo 1 especial (o modificado)”*. A este tipo de cemento se le considera de mayor resistencia que el tipo 1, se aplica por lo general a empresas constructoras.

c. *“Cemento Pórtland tipo 2”*. En este tipo de modalidad de cemento, se destaca el hecho de ser más resistente que el tipo 1, es utilizado generalmente por empresas constructoras. Convencionalmente, este tipo de modalidad de cemento se usa en donde existe presencia de sulfatos (ej. zonas cercanas al mar).

d. “Cemento Pórtland tipo 3”. El uso que generalmente se le concede a este tipo de cemento es aquel donde se requiere un rápido endurecimiento y buena resistencia.

e. “Cemento Pórtland tipo 4”. Su uso está destinado a estructuras grandes como las presas de concreto, que como característica esencial es que son resistentes a los sulfatos y a la humedad.

f. “Cemento Pórtland tipo 5”. Este tipo de cemento tiene una altísima resistencia a los sulfatos, en este orden de ideas, su uso es esencial para todas aquellas construcciones que tienen un constante contacto con el agua de mar.

Cabe decir, en este sentido, que, en Colombia de acuerdo con lo planteado por Cañón (2008), los productos que tienen una mayor demanda en el mercado colombiano son los tipos 1 y 3, el primero de ellos está disponible al mercado en presentaciones de 50 Kg y se ha estimado que la demanda del mismo ronda el 75%, a nivel nacional. El segundo, se comercializa a granel, no en sacos, mediante la modalidad de venta directa a las empresas constructoras y en grandes volúmenes. Su uso se destina a sectores industriales, que llegan a estar en un 20% de representación de la demanda del país. Finalmente, el último porcentaje (5%), se concentra en los otros tipos de variedades.

2.2.4. Historia de la Producción de Cemento en Colombia

En el trabajo de Cañón (2008), el autor realiza un esfuerzo para entender todo el proceso de fabricación del cemento, además, busca explicar de manera muy sucinta todo lo pertinente a la historia de su inserción en Colombia. Señala el autor, que, en el año 1905, Industrias e Inversiones Samper llevó a cabo la inauguración de la primera planta de cemento en el país, la cual inició sus operaciones en 1909, ubicándose muy cerca de la capital de la república.

En los treinta (30) años subsiguientes llegaron a insertarse al mercado en Cundinamarca la empresa Cementos Diamante y en Antioquia Cementos Argos. De este modo, en la década de los 40, se insertan como empresas nuevas en el ramo aquellas ubicadas en el Valle del Cauca como Cementos del Valle, en Santander la correspondiente a Cementos Diamante, en Magdalena, Cementos Nare, y Costa Atlántica con Cementos Caribe. Prosiguiendo, en el tiempo, surgen Cementos el Cairo y Hércules en 1955, Cementos Río Claro en 1986, Cementos Andino en 1998, CONCRECEM en el 2003, y la nueva planta Cementos Tequendama en el 2008.

Del mismo modo, señala Cañón (2008), que actualmente, existen tres claras firmas que compiten en la industria, por decir, son al menos tres conglomerados económicos que tienen presencia a nivel internacional y que de manera gradual han venido estableciéndose en el mercado nacional, adquiriendo para su desarrollo las plantas existentes, lo que ha significado grandes inversiones. Estas empresas son, CEMEX, la cual se hizo de Cementos Diamante y Samper, Grupo Argos, por su lado que adquirió a Cementos Argos, Cementos El Cairo, Cementos Caribe, Cementos Paz del Río, Cementos Nare, Cementos Río Claro, Tol cemento, Cementos Andino, CONCRECEM y Cementos del Valle, y por último el conglomerado HOLCIM, quien adquirió Cementos Boyacá.

2.2.5. Estructuras de Mercados en la Economía

Según Mankiw (2004), en las economías del mundo empíricamente se pueden establecer distintos tipos de estructuras de mercados, donde participan distintos agentes económicos tales como: productores y consumidores. En tal sentido, cada uno de éstos, toman sus propias decisiones en función de su racionalidad económica, con el fin de satisfacer su máximo nivel de bienestar. Cabe destacar, de esta manera, que los mercados pueden regirse dentro de una respectiva estructura según el número de compradores y vendedores que participen en él. Es por esta razón que en la tabla 2, se presenta una

determinada clasificación, que permite analizar por parte de los agentes económicos en qué tipo de mercado se inserta la empresa que desea producir, comercializar y vender un bien.

Tabla 2. Estructura de Mercado según el número de participantes

Oferta	Demanda		
	Uno	Pocos	Muchos
Uno	Monopolio Bilateral	Monopolio Parcial	Monopolio
Pocos	Monopsonio Parcial	Oligopolio Bilateral	Oligopolio
Muchos	Monopsonio	Oligopsonio	Competencia Perfecta

Fuente: Tomado de Mochón, F. y Larroaulet, C. (1995). *Economía*. España, p.182.

Señala Mankiw (1998), que de acuerdo a la cantidad de individuos que se dedican a comprar, o que están del lado de la demanda, los mercados que más los representan o identifican son el monopsonio y el oligopsonio. En este sentido, la palabra “sonio” se utiliza para identificar que en el mercado simplemente hace acto de presencia el comprador o demandante, así como el término “mono” revela que solamente existe un individuo comprando y, finalmente “oligo” que hay unos pocos agentes comprando.

Cabe mencionar un ejemplo, si los ganaderos que se dedican a producir leche en algún sector de Colombia le venden su volumen de producción a un solo comprador, se estarían enfrentando a un monopsonio. No obstante, si ocurre que los productores de leche logran que algunas empresas como Parmalat u otras más pequeñas que compren su

producción, se puede decir que es un oligopsonio. Se puede mencionar otro ejemplo de monopsonio cuando se identifica una única empresa que adquiere cable de cobre o postes que van a ser utilizados en el desarrollo de la telefonía fija. En este ejemplo se evidencia que un demandante o comprador se va a enfrentar a muchos proveedores.

De la misma manera, otro ejemplo de oligopsonio ocurre cuando los supermercados de las grandes cadenas adquieren hortalizas de los productores del campo. Asimismo, debe señalarse que este tipo de estructuras de mercados suelen darse mucho en los mercados de trabajo, un ejemplo que pudiese señalarse es cuando en un pueblo muy pequeño las personas aptas para trabajar sólo son contratadas por una única gran empresa que está establecida en el lugar.

Desde el ámbito de la producción (Oferta), se pueden identificar cuatro (4) tipos fundamentales de mercado tales como: el denominado de competencia perfecta, los monopolios, los oligopolios y la competencia monopolística. En este orden de ideas, en cada uno de estos tipos de mercado, las decisiones en cuanto a precios, volumen de producción y ganancia es muy distinto, es por esta razón que es importante conocer en qué tipo de mercado el bien que se produce y vende por parte de una empresa se insertará para satisfacer las necesidades de los consumidores, a fin de mermar el margen de error en el coste de oportunidad en materia de ganancia.

Según Rossi y Ferre (sf), las distintas formas en la que se pueden enmarcar las modalidades de mercados se definen tomando en consideración los siguientes elementos: a) número de productores existentes en el mercado, b) el tipo de producto o bien, es decir, si es homogéneo o diferenciado, c) si existe o no poder de mercado para modificar el nivel de precios y, c) establecer si existen barreras de entradas. (ver tabla 3).

Tabla 3. Caracterización de las Estructuras de Mercado.

Característica	Competencia perfecta	Monopolio	Oligopolio	Competencia monopolística
Número de productores	Muchos	Único	Pocos	Muchos
Tipo de bien	Homogéneos	Único (sin sustitutos)	Homogéneo o Diferenciado	Diferenciado
Grado de control del precio	Nulos	Total	Alguno	Alguno
Barreras de entrada	No	Si	Pueden existir	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tomado de Rossi y Ferre (2000).

Es de considerar que los bienes diferenciados son todos aquellos productos que cada individuo tiene como alternativa de ser considerado como sustituto, a la hora de adquirirlos en el mercado de bienes. Asimismo, éstos, presentan ciertas características que los diferencian de los otros set o conjunto de bienes.

En este orden de ideas, dentro del marco del mercado competitivo, muchos productores producen y ofertan un bien similar o homogéneo. Esta característica suele ser

encontrada en ciertos productos agrícolas; un ejemplo estaría representado en el trigo, los tomates, las lechugas, entre otros, como productos homogéneos.

Por otra parte, cuando se hace referencia al monopolio se sostiene que es un caso extremo, caracterizado por presentar un productor solamente o único, de un determinado bien o un servicio, y que no tiene algún producto que pueda sustituirlo. Se podría mencionar por ejemplo la transmisión del servicio eléctrico, el transporte del servicio de gas y de agua, el cableado telefónico.

Asimismo, para Mochón (2000), un elemento característico del mercado competitivo se centra en el hecho de acotar que el volumen de bienes que una empresa produce y que tiene la capacidad de ofertar en el mercado de bienes, no el nivel del precio del bien. No obstante, se evidencia que en los otros tipos de mercado (oligopolio, monopolio, competencia monopolística), el volumen de bienes que una firma oferta en el mercado, afecta de manera importante el nivel de precio del bien, por consiguiente, en este caso, se dice que la empresa tiene poder de mercado.

De esta manera, Parkin, Esquivel y Avalos (2005), argumentan que el volumen de empresas establecidas en determinado mercado va a estar determinado por ciertas condiciones, entre ellas la presencia de ciertas barreras que limitan considerablemente la entrada al mercado de nuevas empresas o competidores. A modo de ejemplo puede mencionarse, las denominadas economías de escala en el proceso productivo, la utilización de la tecnología que supone una ventaja competitiva, limitación de acceso a recursos que se requieren en la producción, y las limitaciones y restricciones que imponen a modo de controles los estados.

La presencia de estas barreras de entrada, hay una marcada tendencia a que los mercados se distorsionen, y se conviertan en mercados oligopólicos o monopolísticos, o al

final simplemente no existen, la tendencia que señalan Parkin, Esquivel, y Avalos (2005):” Los mercados tienden a ser perfectamente competitivos o monopolísticamente competitivos”.

2.3. Monopolio

Con relación al monopolio, Mochón, (2000), sostiene que la estructura monopólica se define como aquella donde existe una única empresa que cumple el rol de ofertar un bien que no tiene productos que lo sustituyan. Asimismo, Pindyck, y Rubinfeld (2001), afirman que la característica que define al monopolista es que es un productor que no tiene competencia y esto le otorga una ventaja o posición única. Debido a ello, se siente con libertad para incrementar el precio del producto, sin tener la preocupación de que tendrá competidores que pueden ofertarlo a precios más económicos.

Otro elemento para considerar es que, al monopolizar, el mercado decide unilateralmente la cantidad o volumen del producto que estará a disposición de los compradores. No obstante, esto no implica que puede colocar el precio que desee, ya que debe considerar la maximización de los beneficios.

2.3.1. Monopolio vs Competencia Perfecta: el poder de mercado

El monopolista tiene dominio sobre el mercado, esencialmente porque tiene la posibilidad de afectar el nivel de precios a través de la modificación en el volumen de la producción. De la misma manera, cuando produce menos volumen de producción, el monopolista alcanza precios elevados y esto se traduce en significativas ganancias. En la figura 7, se observa que los valores de oferta y demanda se interceptan en el punto E, indicando la cantidad y precio de equilibrio existente en el mercado: Q_E y P_E .

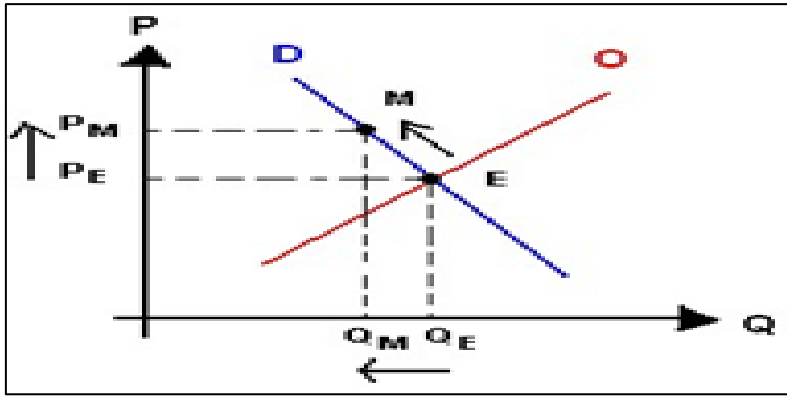


Figura 7. Producción y Precio en Competencia Perfecta y Monopolio.

Fuente: Tomado de Mochón, F. y Larroaulet, C. (1995). *Economía*. España.

Del mismo modo, desde el punto de vista del monopolio, la unidad económica por tener poder de mercado dado que es la única que genera ese bien, puede disminuir el volumen de producción hasta Q_M , lo que significa que el punto de equilibrio pasaría E a M, por consiguiente, el monopolista vendería el producto a un precio mayor, ubicándose éste en P_M , mucho mayor al que correspondería si estuviera la empresa en un mercado competitivo. En este orden de ideas, es que demuestra gráficamente como el monopolista se apodera del excedente del consumidor al incrementar su beneficio.

Indudablemente, que, en el caso de una empresa competitiva, este poder de mercado no existe, y esto se explica por la gran cantidad de productores del bien que yacen en el mercado, en consecuencia, el hecho de que una empresa decida bajar la cantidad de producción del bien, esta acción no produce ningún cambio a nivel de la curva de oferta de mercado, por consiguiente, tanto la producción como el precio no sufre ningún cambio. En la figura 8, se observa que la curva de demanda es perfectamente elástica o totalmente horizontal, esto representa que la unidad económica que labora en un mercado competitivo tiene la particularidad de ser precio-aceptante.

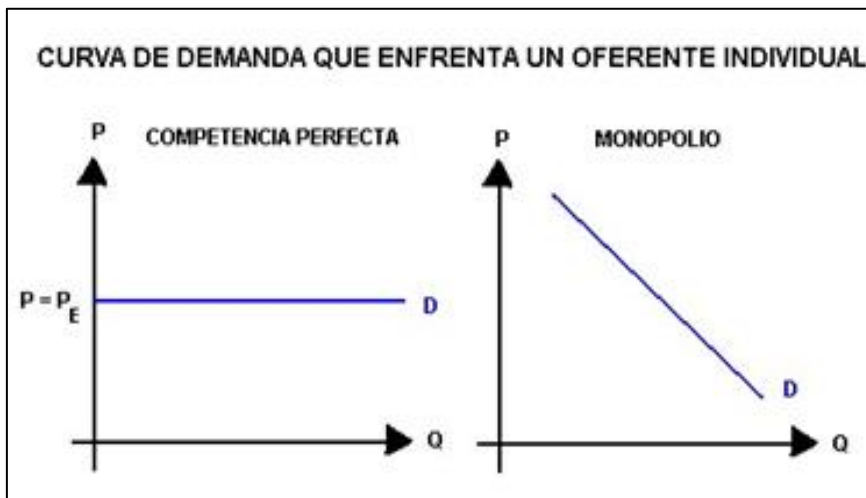


Figura 8. Curva de Demanda en Competencia Perfecta y Monopolio.

Fuente: Tomado de Mochón, F. y Larroaulet, C. (1995). *Economía*. España.

El productor viéndolo desde el punto de vista individual en un mercado competitivo puede vender cualquier cantidad del bien que desee ofrecer a un precio P_E . Por ejemplo, a nivel internacional, la producción de lana ovina es tan insignificante al compararla con la producción total ofrecida en el mercado internacional, que no se puede influir en el precio internacional aun cuando esta empresa deje de exportar. Por el contrario, si se tratase de una empresa monopolista, el precio fijado por éste sería mayor y dependería de la cantidad del bien que ofrezca en el mercado.

2.3.2. ¿Por qué existen los Monopolios?

Se podría pensar tal y como afirma Mochón y Larroaulet (1995), que otras empresas al ver que dentro del sector donde yacen los monopolistas se percibe un mayor beneficio económico, se verían estimuladas a trasladarse a ese mercado para disfrutar de igual modo de esa ventaja económica. No obstante, en los mercados monopólicos existen barreras a la entrada, esto impide la entrada de nuevas empresas a estos mercados. Estas

barreras están representadas en las economías de escala, la alta tecnología implementada en ese sector, el control de recursos necesarios para la producción y las restricciones impuestas por las normas legales. En este sentido, estas barreras de entradas se pueden definir de la siguiente forma:

- a. ***Las economías de escala.*** El origen de los monopolios se produce cuando los costos fijos son muy elevados. Estos costos son todos aquellos que no dependen del nivel de producción. De esta manera el menor coste de oportunidad de los recursos invertidos se lleva a cabo cuando se concentra la producción en una única empresa, y por consiguiente el monopolio que se genera es el denominado **monopolio natural**. Ejemplos: agua, gas por cañería, etc.
- b. ***La superioridad tecnológica.*** En este aspecto, los monopolios pueden originarse cuando una empresa se mantiene desde el punto de vista tecnológico en un mercado de manera sostenida, aprovechando las bondades de estar en la cresta de la ola tecnológica que le permita apoderarse de una mayor ganancia en el segmento del mercado. No obstante, la tecnología como barrera de entrada no siempre actúa como un impedimento para que otras empresas entren al sector, dado que otras organizaciones en aras de ser competitivas sigan al líder desde el punto de vista tecnológico, haciendo que lo que era un impedimento para entrar se disipe o desaparezca con el tiempo.
- c. ***El control de los recursos necesarios para la producción.*** Es importante destacar que cuando una empresa no competitiva (monopolista) tiene la capacidad de controlar un recurso o un medio de producción determinado que sea importante para la industria, puede indudablemente crear una barrera para que otras empresas se les dificulte la entrada. En este sentido, un ejemplo particular sería el agua potable natural que se embotellada. Si la empresa es propietaria del lugar donde

está el manantial de agua, el control total del recurso natural la convierte en monopólica.

- d. ***Las restricciones impuestas por el estado.*** En muchas economías del mundo los monopolios se originan a través del propio estado. Se debe destacar que cuando el gobierno de turno concede licencias o concesiones legales a una determinada empresa, coadyuva de alguna manera a que legalmente se inicie una barrera para que otras empresas entren al sector. Por ejemplo, la aprobación de una concesión para la construcción de un puente o para el mantenimiento de una carretera, o para la recolección de basura, el Estado otorga, a través de una licitación, la explotación exclusiva a una empresa. Otra forma muy común de monopolio de origen legal es a través del otorgamiento de patentes y derechos de autor. Las patentes se dan para proteger al que realiza un invento, dándole el derecho a beneficiarse por la producción exclusiva del mismo durante un período de tiempo y así recuperar el costo que la empresa invirtió en desarrollar la innovación. Un ejemplo muy dado es el que ocurre con la industria farmacéutica.

2.3.3. Prevención del Monopolio

Señalan Mochón y Larroaulet (1995), que la pérdida social en términos de producción, precios y empleo es mayor en una empresa de corte monopolístico que en competencia perfecta. En este sentido, una unidad económica que opere en un mercado monopolístico produce una menor cantidad menor de bienes, en relación con la empresa competitiva, además lo hace a un mayor precio, perjudicando en mayor medida a los consumidores. Por ello, es necesario la intervención del Estado a través de las políticas públicas con el fin de auspiciar la competencia y combatir la creación de monopolios.

En el mismo orden de ideas, es preciso señalar que cuando se crea una política para combatir los monopolios se les denomina políticas antitrust o políticas antimonopolios. Estas medidas contra el monopolio coadyuvan a fomentar la competencia de distintas maneras, impidiendo que las grandes empresas se fusionen, restringiendo de manera a ultranza que se merme la competencia entre empresas, por lo tanto, todas estas acciones fomentarían la competencia y aumentaría el nivel de vida de la población.

Asimismo, argumentan Mochón y Larroaulet (1995), que puede mencionarse como excepción a estas consideraciones, son los monopolios que se establecen de manera natural, esto ocurre cuando un bien esencial y está controlado por el Estado, o ejerce sobre quienes lo producen ciertas regulaciones. En este sentido la mejor expresión son los servicios de las empresas públicas, las cuales actúan de conformidad con las políticas estatales con la finalidad de proteger a los ciudadanos y al interés general, sin considerar la obtención de beneficios, aunque lo ideal es que genere ingresos para cubrir los costes operativos.

Como ventaja de este tipo de monopolios del sector público, es que un mayor número de personas pueden acceder al bien o servicio, y en general el valor de estos resulta inferior al que cobraría un monopolista del sector privado. Pero, es preciso acotar de acuerdo con Mochón y Larroaulet (1995), que la experiencia ha demostrado que este tipo de empresas presentan dificultades para ser gestionadas, debido al tema de la injerencia política, que afecta los objetivos de bienestar colectivo y la obtención de ciertas ganancias.

2.4. Oligopolio

Con relación a este aspecto, Brambila (2002), Nicholson, (2001) Blanco y Aznar, (2001) señalan que el oligopolio se conforma por un número pequeño de empresas cuya principal característica es que son mutuamente interdependientes, es decir, las decisiones de una empresa afectan las magnitudes de los beneficios económicos de las otras empresas. Se debe destacar que dentro de lo que se denomina mercados no competitivos, se encuentra el oligopolio, caracterizado porque la producción se lleva a cabo por pocas empresas, cada una de las cuales tiene poder de mercado para incidir en el nivel de precios modificando éste a través de la manipulación del volumen de producción.

Brambila (2002), Nicholson, (2001) Blanco y Aznar, (2001) establecen que cada empresa tiene la capacidad de afectar individualmente al precio del producto ya que abarca una proporción importante del mercado. Asimismo, existen también barreras a la entrada que impiden la participación de nuevas empresas. El producto puede estar diferenciado o no estarlo, si bien la mayor parte de los modelos de oligopolio consideran la existencia de un producto homogéneo.

La principal característica que define a un oligopolio no es, sin embargo, el número de empresas que lo forman, pocas o muchas empresas, son siempre conceptos poco rigurosos que no pueden delimitarse de forma indiscutible. El rasgo fundamental del oligopolio es la interdependencia de las acciones de los participantes. Cualquier decisión de una empresa, por ejemplo, un incremento en la cantidad producida afecta a la situación de las demás. Por este motivo, una empresa podría tener en cuenta, a la hora de tomar la primera decisión, la reacción previsible de sus rivales es lo que se conoce como comportamiento estratégico.

2.4.1. Tipos de Oligopolio

a. Oligopolio Colusorio.

Este tipo de solución oligopólica se presenta cuando las empresas toman la decisión de unirse con el fin de aumentar el volumen de producción y fijar un determinado precio para incrementar los beneficios económicos. De manera racional, las firmas rivales se percatan que al unirse sus intereses económicos pueden mejorar significativamente, a esta unión se le denomina colusión. De este modo, este tipo de equilibrio es muy similar al del monopolio cuando las empresas actúan como si de una sola se tratase.

Aunque la colusión es muy habitual, es muy extraño que se pueda fijar precios tan altos como los que ocurre en el monopolio. En definitiva, los acuerdos a los que se puedan llegar tienen poca estabilidad en el tiempo, no obstante, existen ciertos elementos a considerar que los pueden hacer mucho más permanentes tales como:

1. Que exista una estructura legal que ayude a la materialización de acuerdos explícitos. Si un acuerdo se violara se pueden tomar acciones de represalias que impliquen castigos, con el fin de reducir los incentivos de desviarse de los acuerdos.

2. Se pueden detectar las violaciones con mayor rapidez y se pueden llegar a los acuerdos de forma mucho más sencilla cuando se reduzcan las empresas oligopólicas.

3. Evitar nuevos competidores a través de implementar barreras de entradas dado que al entrar al sector podrían auspiciar una reducción del precio y por lo tanto eliminarían el poder de mercado de las empresas que coluden.

b. Oligopolio Cournot.

En este tipo de oligopolio se fija el nivel de producción que haría máximo sus beneficios tomando como constante la cantidad de producción de los demás vendedores (suponiendo erróneamente que estas cantidades no variarían). Las otras empresas

reaccionan comportándose de igual modo que la primera y así sucesivamente hasta que se alcanza un conjunto de producciones de equilibrio, que ninguna empresa desea cambiar.

c. *Oligopolio de Stackelberg.*

En este tipo de oligopolio, una de las empresas (líder) conoce y tiene en cuenta la reacción de las rivales mientras que las demás (seguidores) actúan como las del modelo de Cournot.

d. *Oligopolio de Demanda Quebrada*

Supone que cuando una empresa reduce el precio las demás reaccionan disminuyéndolo también. Por el contrario, las demás empresas no reaccionan cuando una de ellas aumenta el precio. Esta asimetría en el comportamiento provoca que cada empresa se enfrente a una curva de demanda quebrada hacia el origen de coordenadas en el precio vigente. Este modelo predice una gran estabilidad de los precios en el mercado.

2.5. Competencia Monopolística

Como su mismo nombre lo revela, esta estructura de mercado tiene la particularidad de combinar ciertas características típicas del monopolio y la competencia perfecta. En este sentido, en este tipo de mercado existen muchas empresas que compiten entre sí, pero presentan productos diferenciados. Este tipo de mercados no tiene nada de similar al monopolio y al oligopolio.

Se debe destacar que la competencia monopolística se puede presentar en los restaurantes, las peluquerías, las estaciones de servicio, entre otros, presentando en cada uno de estas empresas diferenciación en el producto. En este sentido, el hecho de tener una diferenciación en el producto le concede cierto poder de mercado para influir en los

precios. No obstante, este tipo de estructuras de mercados tiene un límite en la fijación del precio máximo, y éste se condiciona a la competencia que le hagan las firmas rivales que produzcan bienes muy parecidos, más no idénticos.

2.5.1. Discriminación de Precios

La discriminación de precios se presenta cuando las empresas cobran precios distintos a los consumidores. En las estructuras de mercados no competitivos, pueden adoptar la discriminación de precios porque tienen poder de mercado. Un ejemplo común en todos los países es lo que ocurre con las entradas de cine, donde se cobran precios distintos dependiendo de la edad de cada persona. Otro ejemplo de discriminación de precios es la que ocurre en los estadios cuando se les cobra a las mujeres un precio menor que a los hombres.

De igual modo, debe afirmarse que resulta rentable para las empresas no competitivas aplicar la discriminación de precios, cuando existe sensibilidades distintas en los consumidores ante variaciones en el nivel de precios, es decir, para la empresa no competitiva resulta más provechoso económicamente hablando cuando los individuos tienen una demanda inelástica.

2.5.2. Enfoque de la Industria

Ahora bien, si se analiza desde la perspectiva meramente económica, es evidente que, debe considerarse la producción y operación del mercado, en ese contexto actualmente en Colombia, están en pleno auge de su modelo de negocios un total de cinco empresas que se hacen cargo de la comercialización y producción de cemento: Argos, CEMEX, Holcim, Cementos del Oriente, y Cementos Tequendama.

Estos conglomerados industriales, se encuentran distribuidas en los centros de consumo de sus productos, más importantes del país, tales como: (Bogotá¹⁰, Antioquia,

Valle del Cauca, y la Costa Atlántica). Debido a que no hay un elevado número de empresas o conglomerados industriales que produzcan y comercialicen estos productos, se considera que hay una concentración del mercado, que impone restricciones al ingreso de nuevos emprendimientos y que requiere por sus características, altas cifras de inversión inicial ya que se trata de un producto poco diferenciado.

2.6. Empresas del Sector

a. Grupo Argos. Esta empresa actualmente se encuentra liderando el mercado del cemento en Colombia, se ha estimado que abarca el 150% de participación. Es importante destacar que Argos está ubicado en el contexto latinoamericano en la cuarta posición, su crecimiento le ha permitido posicionarse incluso en el mercado de Estados Unidos, y con crecientes exportaciones hacia países del hemisferio, que ya ascienden a 18. En Colombia, su participación en el mercado se ubica esencialmente en los Departamentos de la Costa Atlántica, Antioquia y el Valle del Cauca. Se debe decir que recientemente esta empresa comienza una reestructuración de su modelo de negocios, proceso mediante el cual unificó en una sola marca todas las filiales del conglomerado, denominándose ahora Cementos Argos. De las empresas mencionadas anteriormente, es la única que ha aplicado esta táctica. Actualmente Argos cuenta con catorce plantas en el continente americano, de las cuales once están en Colombia, este número incluye la nueva planta en la ciudad de Cartagena, esto ha permitido que esta empresa, eleve su capacidad instalada hasta aproximadamente más de trece millones de toneladas anuales.

b. Cemex Colombia. En 1996 es el año donde inicia las operaciones CEMEX Colombia, esencialmente con la adquisición de Cementos Diamante y Cementos Samper. En este sentido, la empresa CEMEX Colombia con el tiempo llega a estar como el segundo productor del sector, convirtiéndose en la empresa líder dentro de los mercados

más prominentes como lo es Bogotá. En estos momentos, CEMEX Colombia cuenta con cinco (5) plantas que se dedican al ramo del cemento, entre las cuales cabe mencionar Tolima, Cundinamarca y los Santanderes. Así mismo, en cada ellas existen una cierta capacidad instalada que asciende a 4.8 millones de toneladas por año. Concretizando, y para beneplácito de los accionistas de esta prestigiosa empresa, actualmente constituye uno de los líderes mundiales de producción de cemento, con participación en cada uno de los continentes del mundo.

c. *Holcim Colombia S.A.* Esta unidad económica es del grupo Suizo Holcim, Esto quiere decir que está entre los principales productores de cemento del mundo. Asimismo, esta firma tiene una participación en el mercado en aproximadamente 70 países. En Colombia por ejemplo se encuentra establecida una sola planta de cemento denominada Cementos Boyacá, geográficamente ubicada en Cundinamarca. Esta organización tiene su punto neurálgico como mercado segmentado en el centro del país, y tiene una capacidad instalada máxima de 1.8 millones de toneladas año.

2.7. Materia Prima del Cemento

En un apartado anterior se había mencionado que la materia prima esencial para la respectiva elaboración del cemento, la constituye:

- a. *La Caliza.* Esta es una piedra cuya extracción se hace a través de la explotación controlada de minas. De esta manera esta piedra es una roca que es objeto de un proceso de molienda hasta llegar al tamaño deseado. Como insumo representa la columna vertebral a la hora de elaborar el cemento.
- b. *Arcilla.* Representa un producto natural cuyo origen se genera de la descomposición de minerales de aluminio. Desde el punto de vista de su

participación en los costos se puede afirmar que es muy pequeña, no obstante, su explotación es significativa.

- c. *Yeso*. Este factor tiene un rol importante en el proceso, el cual consiste en regular el tiempo de fraguado, este último incide en la calidad final del cemento. Proviene de una piedra natural, su separación o extracción se hace a través de un proceso de deshidratación.
- d. *Escoria y Puzolana*. Estos elementos constituyen el principal aditivo en el proceso de producción, sus particularidades tanto hidráulicas como conglomerantes, coadyuvan que al mezclarse con el Clinker se genere una reacción física, que tiene la propiedad de elevar el volumen, por consiguiente, aumenta la capacidad de producción de las plantas.

2.7.1. Estructura de Costos

Pindyck. y Rubinfeld (2001), afirman que todo proceso de producción requiere de asumir una estructura de costos de producción, esta misma perspectiva es asumida por Cañón (2008), al señalar que toda la logística de la producción de cemento, implica grandes demandas de financiamiento y a la vez es uno de los más complejos, en el sector de la manufactura. En este sentido, es preciso mencionar las grandes demandas de energía que son requeridos, durante las 24 horas del día se desarrolla un proceso continuo que representa indiscutiblemente elevados costos. Asimismo, obtener cemento demanda un elevado consumo de energía muy intenso por el funcionamiento de los enormes hornos requeridos, lo que tiene repercusión en elevar los costos.

La estructura de costos se presenta a continuación:

- a. *Costos Variables*. El costo variable según Pindyck y Rubinfeld (2001), es el que varía en función de la producción, es decir, que se va modificando o ajustando cada vez que el

nivel de producción lo hace. Si el volumen de producción de la empresa merma los costos decrecen, a la inversa ocurre todo lo contrario, los costos aumentarían. Los costos variables del cemento se representan en caliza, yeso, puzolana, arcilla, y los insumos energéticos como el carbón, gas, energía eléctrica y ACPM.

b. *Costos Fijos*. El costo fijo según Pindyck y Rubinfeld (2001), es el que no varía con el volumen de producción, es decir, a corto plazo se mantiene constante, dentro de ciertos rangos sin importar las variaciones en el volumen de producción. En ocasiones incluso, cuando la empresa no genere producción, estos costos también existen, por ejemplo, en esta categoría se podrán mencionar los alquileres, el seguro, salarios, mantenimiento y mano de obra.

2.7.2. Enfoque de la Demanda

Se puede señalar, según Pindyck y Rubinfeld (2001), que una economía de mercado es aquella donde el sistema de precios se determina a través del libre juego de la oferta y demanda.

En el momento de interpretar lo que es un mercado para un producto en específico, cada agente económico (comprador o vendedor) es independiente en sus decisiones y acciones. De esta manera, cuando dichos agentes actúan de acuerdo a sus decisiones sin intervención del estado, se garantiza que sus decisiones sean óptimas, por lo tanto, permiten asignar eficientemente los recursos, dado que los planes de los participantes son pertinentes con las condiciones del mercado, y no están basadas en suposiciones o especulaciones sobre posibles comportamientos de dicho mercado.

Ciertas características deben cumplirse según Katz, Rosen y Morgan (2006), para lograr que un mercado sea perfecto, entre las cuales cabe mencionar: a) debe existir un gran número de compradores y vendedores realizando transacciones pequeñas, b) debe

existir poder de mercado, es decir, los agentes económicos deben ser precios aceptantes, c) no debe intervenir el gobierno en la actividad económica, los productos deben ser homogéneos, la participación de cada empresa en el total de la producción debe ser pequeña.

Del mismo modo señalan Pindyck y Rubinfeld (2001), que la función de demanda depende de unos elementos condicionante tales como: precio, ingresos, precios de los bienes sustitutos y complementarios, de las expectativas de precios, del tamaño del mercado, de otras variables macroeconómicas propias de la economía tales como la inflación, la oferta monetaria, de las importaciones y exportaciones, de la balanza de pago, del tipo de interés, y por supuesto, de cualquier otro elemento que pueda repercutir en la demanda de cada producto.

2.8. Relación del Sector de la Construcción y la Industria del Cemento

En igual forma, es relevante resaltar, que algunos estudiosos del tema han tratado de indagar la relación causa-efecto que tiene el sector de la construcción con las distintas industrias de la economía. En este sentido, Miller y Blair (2010) han estudiado el caso a través de la aplicación de un modelo desarrollado por Leontif en 1936, definido éste como Matriz Insumo Producto o Input-Output. Su función se centra en facilitar la explicación de las interdependencias de los diferentes sectores de la economía en una referida región y dentro de un periodo determinado.

De la misma manera, se debe destacar que estos investigadores han encontrado que la relación del sector de la construcción con la economía ha evidenciado efectos sobre las industrias manufactureras de manera sostenida y con rentabilidad en las organizaciones.

Los investigadores Xing y Zhihui (2005), encuentran que el sector de la construcción tiene un efecto *pull* en las distintas industrias tales como materiales de construcción, industrias químicas y productos, maquinaria y equipos, productos metálicos, minerales no metálicos entre los que se debe incluir el cemento. De este modo, las evidencias obtenidas según los autores, permite inferir que los cambios ocurridos en el desenvolvimiento del sector de la construcción afectarían de alguna forma y en términos de alguna proporción a la industria del cemento, claro ésta, dependiendo de lo que ocurra con la economía que se esté analizando.

Algo similar florece en el trabajo de Oyeshola y Shabbir (2008), donde explican que en Tailandia se utilizó el modelo de Insumo-Producto para el lapso de tiempo 1995-2000. En ese período de tiempo, se pretendió relacionar el sector de la construcción con otros sectores de la economía tailandesa haciendo uso de los coeficientes de producción. De todas las conclusiones obtenidas en la investigación, la principal se centró en el alto grado de dependencia que existe entre el sector construcción, manufactura y servicios; tanto así, que el sector puede llegar a motorizar el incremento de las actividades manufactureras y por lo tanto coadyuvar al crecimiento económico de la nación.

En el mismo orden de ideas, basados en el análisis de los coeficientes de entrada directos se determinó un ranking de sectores, encontrando que el sector de la construcción evidencia efectos *pull*, queriendo afirmar que pueden alentar la industria de tal forma, que el cemento y productos derivados del mismo tales como el concreto y el prefabricado ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente.

Otro caso parecido es el de China, así lo establece Xing et al (2005), donde el investigador utiliza la misma metodología en el año 2000. Se encontró que los materiales de construcción ocuparon un significativo lugar en el ranking de industrias con efectos *pull* (tercer lugar).

De la misma manera, hay que destacar el trabajo de Zeidan y Resende (2009), estos autores implementaron el modelo NEIO, siglas éstas en inglés que significan New Empirical Industrial Organization, en economías como la de Brasil, donde se evidencia la fuerte o significativa relación que se encontró entre la capacidad instalada, la cantidad de jugadores en la industria y la influencia que tiene el mercado en éstas. Sin embargo, en la India se ha dado un fenómeno opuesto a lo encontrado por los investigadores Zeidan y Resende (2009), es decir, se observa luego de los análisis de oferta y demanda que el sector del cemento tiene la influencia de acelerar el crecimiento de la economía, las proyecciones establecen que para el 2025 la demanda doméstica será de 550 MTPA lo cual significa crecer en 2.5 veces la demanda actual.

Asimismo, en el caso particular colombiano, el trabajo de Torres (2014) planteó un modelo de regresión múltiple que tuvo como propósito evaluar la influencia de indicadores macroeconómicos en la generación de cemento para el lapso 1979 al 2008. En este trabajo se pudo constatar que existe una relación directamente proporcional a la demanda interna del producto y una influencia del cemento importado como resultado de una balanza comercial negativa que estimuló la demanda interna. Por su parte, con respecto a la relación que posiblemente tenía el sector del cemento con la dinámica del PIB, se evidenció un efecto positivo por ser un sector intensivo en capital. Sin embargo, se puede ver afectado por ciclos económicos como los descritos en el contexto nacional en los últimos años.

Por su parte, el trabajo de Skuflic, Mlinaric y Druzic (2018) en su análisis del sector de la construcción en Croacia, argumentan que la rentabilidad de las industrias de cualquier sector económico puede verse afectada por variables exógenas tales como los ciclos del negocio, los distintos tratados de libre comercio, así como las mejoras tecnológicas. De igual manera, existen otros determinantes que pueden comprometer

dicha rentabilidad financiera como el crecimiento de los sectores del PIB, sistemas de educación, mercados financieros y políticas fiscales.

De modo adicional el trabajo de Skuflic et al (2018), establecen un análisis de las compañías del sector de la construcción en Croacia durante el periodo 2003-2014, en éste se estableció como variables de rentabilidad aceptadas para el modelo, earnings before interest, taxes, depreciation, and amortization (EBITDA), es decir, el beneficio bruto de la explotación calculado antes de la deducibilidad de los gastos financieros, el margen neto, el crecimiento de ventas, el tamaño de la industria, el costo de los materiales y el poder del mercado En este sentido el propósito se centró en la medición y elección de variables que cuantificaran la rentabilidad de la industria del cemento en Colombia y así establecer las relaciones que podrán existir con los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción. En definitiva, se encontró que el sector de la construcción puede coadyuvar o favorecer al crecimiento o decrecimiento de las industrias que subyacen en el sector del cemento.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

El propósito que se persigue en este capítulo es explicar, en forma muy resumida la metodología a utilizar para desarrollar y cumplir con los objetivos planteados en esta investigación. En este sentido, se aplicará una metodología que consistirá en una investigación de tipo correlacional con un tipo de diseño documental, puesto que se recurrirá a las fuentes secundarias para recabar la información debida del tema objeto de estudio. Asimismo, para cuantificar la incidencia del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) sobre la demanda y oferta de cemento en Colombia durante el período 2009:2-2020:3, se hará uso por un lado, del método de estimación de Cointegración de Johansen para estimar los coeficientes de las regresoras de largo plazo, y por el otro el método de Mínimos Cuadrados Ordinario (M.C.O), para estimar los coeficientes de las regresoras a corto y mediano plazo.

3.1. Marco Metodológico

La metodología como se señaló anteriormente versará en la estimación de un modelo uniecuacional para la demanda y oferta de cemento en Colombia durante el período 2009:2-2020:3. Se usarán dos (2) métodos de estimación, el M.C.O y el de Cointegración de Johansen, en aras de tener resultados de estimación de corto, mediano y largo plazo. La variable dependiente del modelo de Demanda de Cemento será medida por el despacho total de cemento, mientras que para el modelo oferta será la producción de cemento. Como variables explicativas para ambos modelos, se incorporará, el Producto Interno de Construcción (PIBC) y la Liquidez Monetaria (M1). Las regresiones de estos modelos con sus distintos métodos de estimación coadyuvaran a evidenciar si el PIB de la construcción es suficientemente importante para explicar a corto, mediano y largo plazo las variaciones en el nivel de consumo y producción de cemento. La

incorporación de cada una de las variables explicativas dentro del modelo se apoya en una teoría económica ecléctica.

En este orden de ideas, la estimación del vector cointegrante, no es más que obtener un modelo de causalidad de largo plazo tanto del consumo como de oferta de cemento en Colombia para el período objeto de estudio, utilizando para tal fin datos trimestrales. Los datos de las variables provienen DANE y del Banco Central de Colombia (Banco de la República). El modelo de regresión cointegrado, será sometido al uso de técnicas econométricas auxiliares tales como: el test de Dickey Fuller (Gujarati, 2004, p.795; Maddala, 1996, p.653–684), para realizar las pruebas de raíz unitaria. Del mismo modo, como el modelo a estimar incluye más de dos variables, se emplea el test de Johansen para comprobar si las variables explicativas y la variable dependiente están cointegradas, permitiendo así obtener un modelo estimado de largo plazo y el respectivo modelo de corrección de errores (modelo de corto plazo).

Con respecto al método de los M.C.O, el mismo se usó con el fin de obtener los coeficientes de las regresoras de corto y mediano plazo, cumpliendo con los supuestos de no autocorrelación, homocedasticidad y no multicolinealidad, en habidas cuenta, se dio cumplimiento a los criterios económicos, estadísticos y econométricos.

3.2. Justificación del uso de la Metodología de M.C.O y Cointegración

A pesar de la existencia de otros métodos y técnicas para determinar la causalidad entre el consumo de cemento en Colombia y el Producto Interno Bruto de la Construcción (P.I.B Construcción), se eligieron dos (2) métodos de estimación: Mínimos Cuadrados Ordinarios (M.C.O) y Cointegración. entre muchas otras razones, porque:

- a) El método de los M.C.O, permitirá obtener los coeficientes estimados de corto y mediano plazo de las regresoras que inciden en la demanda de cemento en Colombia durante el período objeto de estudio.
- b) Con el método de Cointegración se permitirá contrastar si entre el consumo y la oferta de cemento en Colombia (Variables dependientes), y las regresoras tales como: el Producto Interno Bruto de Construcción (PIBC) y la Liquidez Monetaria (M_1), se mantiene una relación de causalidad estable en el largo plazo. Esta sería una de las razones primordiales que justifica su utilización, es decir, demostrar la importancia que posiblemente pudiera tener el P.I.B de la construcción para explicar el consumo y producción de cemento en Colombia, tanto a corto como a largo plazo durante el período objeto de estudio. En este sentido, esto representa un argumento de peso para pensar en usar este método de estimación. De conformidad con las argumentaciones de Guisán (2002) si previamente se han establecido las relaciones de causalidad, partiendo de diversos análisis económicos o econométricos, esta especificación puede ser perfeccionada, hasta alcanzar estacionariedad de la perturbación. Es útil si la cointegración es interpretada considerando el intervalo de confianza y su amplitud y lo relacionado con la incertidumbre
- c) Con esta técnica del vector cointegrante se podrá obtener simultáneamente el modelo de corto (corrección de errores) y largo plazo. Con respecto a la estimación de corto plazo, ésta arroja información de los valores de los coeficientes que deben tener las variables explicativas, además, suministra la velocidad a la cual deben ajustarse los coeficientes de las variables explicativas en el tiempo para lograr mantener con cierta estabilidad su causalidad en el largo

plazo. Esto indudablemente hace sumamente atractivos los resultados que se puedan derivar de esta prueba.

- d) La introducción del concepto de cointegración conjuga tanto los conceptos de estacionariedad y orden de integración que están implícitos en la metodología, elementos éstos que representan los avances de los últimos años en la modelización econométrica dinámica, con las ideas de relaciones estructurales de equilibrio marcadas por la teoría.
- e) Una gran ventaja de utilizar la metodología de cointegración en este trabajo es que merma el problema de estacionariedad que pudieran tener las series de tiempo de las variables explicativas. De esta manera, la técnica de cointegración tiene una gran ventaja en este sentido, porque conjuga de forma simultánea el concepto de estacionariedad e integrabilidad. Debe destacarse que una gran cantidad de trabajos, sobre todos empíricos, que se venían realizando en el ámbito de la Econometría estaban basados en la consideración de que las variables utilizadas eran estacionarias y ergódicas a pesar de la presencia de la no estacionariedad que presentan las series temporales de índole macroeconómica. Esto es así, porque la gran mayoría de esas series económicas presentan variabilidad en su media y varianza. En este sentido, cometer el error de asumir ese supuesto de estacionariedad en las variables puede llevar al investigador a correr el riesgo de aceptar relaciones espurias. Desde este punto de vista la cointegración corrige este problema a través de la integrabilidad, utilizando el test de Dickey-Fuller para eliminar el componente no estacionario.

Señala Maddala (1996) que el análisis de cointegración (las series cointegradas) surgen como una solución a los problemas de violación de supuestos sobre los que se basa el método de estimación de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO), producto de la

falta de estacionariedad de las series, y que permite evitar la pérdida valiosa de información en los datos al aplicar el procedimiento de diferenciación. Del mismo modo, surge la necesidad de integrar las dinámicas de corto plazo con el equilibrio a largo plazo. La metodología que convencionalmente se ha utilizado para modelar el desequilibrio a corto plazo es a través del modelo de ajuste parcial. Una extensión de éste, es el Modelo de Corrección de Errores (MCE), que también considera los desequilibrios de períodos pasados.

Por otra parte, es común encontrar que las dinámicas de corto plazo son analizadas eliminando primero las tendencias en las variables, a través del procedimiento de diferenciación. Pero cabe destacar que con la utilización de esta metodología se pierde mucha información importante que tiene que ver con la relación que se establece entre la variable dependiente y explicativas en el largo plazo, donde las teorías económicas juegan un rol importante a la hora de llegar a conclusiones concretas en cuanto a los resultados de los estudios de los fenómenos económicos. La teoría de Cointegración es desarrollada por Granger (1981) extendida por Engle y Granger (1987), quienes estudian la integración de la dinámica de corto plazo con el equilibrio en el largo plazo.

Una serie de tiempo Y_t es integrada de orden 1 o $I(1)$ si ΔY_t es una serie de tiempo estacionaria. De esta manera, si la serie de tiempo es estacionaria se dice que es $I(0)$. Una caminata aleatoria es un caso especial de una serie $I(1)$, ya que, si Y_t es una caminata aleatoria, ΔY_t es una serie aleatoria o ruido blanco. El ruido blanco es un caso especial de una serie estacionaria. Una serie de tiempo es integrada de orden 2 o $I(2)$ si ΔY_t es $I(1)$, . Si $Y_t \sim I(1)$ y $U_t \sim I(0)$, entonces la suma $Z_t = Y_t + U_t \sim I(1)$.

Ahora bien, si $Y_t \sim I(1)$ y $X_t \sim I(1)$, entonces se dice que Y_t y X_t son cointegradas si existe una β tal que $Y_t - \beta X_t$ sea $I(0)$. Esto se denota diciendo que Y_t

y X_t son CI (1,1), es decir, de manera más general, si $Y_t \sim I(d)$ y $X_t \sim I(b)$, entonces Y_t y $X_t \sim CI(d, b)$ si $Y_t - \Delta X_t \sim I(d - b)$ con $b > 0$.

Lo expuesto en el párrafo anterior refleja que la ecuación de regresión $Y_t = X_t + U_t$ tiene sentido, por el hecho de que tanto la variable Y_t como la variable X_t no se desvían mucho entre sí con el paso del tiempo. Esto quiere decir que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre la variable dependiente y explicativa. Si Y_t y X_t no están cointegradas, es decir, si $Y_t - X_t = U_t$ que es $I(1)$, cada una de ellas se desviarán cada vez más con el paso del tiempo, y consecuentemente no habrá relación de equilibrio entre ellas en el largo plazo. Si no existe relación de equilibrio en el largo plazo entre la variable dependiente y explicativa, es decir Y_t y X_t , la relación que se obtiene entre Y_t y X_t por medio de la regresión de Y_t sobre X_t , es espuria. En realidad, cuando se pregunta si Y_t y X_t , son cointegradas, lo que se busca es verificar si existe alguna relación a largo plazo entre las tendencias de Y_t y X_t , y precisamente lo que se quiere verificar o comprobar con el modelo.

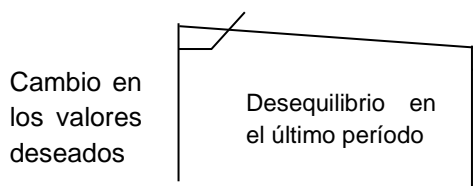
Para Maddala (1996), en el análisis de cointegración, las relaciones de largo plazo se estiman a través de regresiones estáticas y no se puede decir mucho en lo concerniente a los rezagos de tiempo necesarios para lograr el equilibrio, a menos que se implemente un Modelo de Corrección de Errores (MCE). Lo más adecuado sería implementar un procedimiento que estime tanto los parámetros de largo plazo como la dinámica de corto plazo, lo cual estaría dentro del análisis de estimación de modelos dinámicos.

El MCE es una versión más generalizada del modelo de ajuste parcial, el cual incorpora los rezagos de ajustes, en donde las variables son ajustadas de manera parcial hacia los niveles deseados. Sea Y_t el valor de una variable determinada en el período corriente y Y_{dt} el valor deseado de esa variable en el período corriente, lo que implica, que el cambio deseado estaría representado por $Y_{dt} - Y_t - 1$. El modelo de ajuste

parcial afirma que el cambio real en una variable es sólo una proporción del cambio deseado, es decir $Y_t - Y_{t-1} = \delta (Y_{dt} - Y_{t-1})$ donde $0 < \delta < 1$. El hecho de que el ajuste del nivel deseado se haga en forma parcial, es debido a que se enfrentan a dos tipos de costos: los costos de llevar a cabo el ajuste y los costos que se asumen por no estar en equilibrio. Si $0 < \delta < 1$, se afirma que si δ se acerca a 1, los costos del desequilibrio superan a los de los ajustes, por el contrario, si δ es próximo a 0, los costos de los ajustes son mucho mayores que los del desequilibrio.

En este sentido el valor deseado $Y^* t$ se puede derivar en forma independiente o a través de una regla de optimización y ulteriormente se le agrega una ecuación de ajuste. Pero hay que acotar, que a la regla de optimización hay que agregarle los costos de los ajustes y los del desequilibrio. También se puede recurrir a un proceso mediante el cual el parámetro de ajuste parcial δ se haga función de ciertas variables explicativas que se consideran importantes, con el objeto de determinar la velocidad de ajuste. El MCE se expresa de la siguiente manera:

$$Y_t - Y_{t-1} = \delta (Y_{dt} - Y_{dt-1}) + \gamma (Y_{dt-1} - Y_{t-1})$$



Donde $0 < \delta < 1$ y $0 < \gamma < 1$. Si $\delta = \gamma$, se estará hablando de un modelo de ajuste parcial, no obstante, el MCE genera errores serialmente correlacionados en la ecuación final estimada. Si se escribe $Y_{dt} = \alpha X_t + \varepsilon_t$ y al sustituir en la ecuación anterior tenemos que:

$$Y_t - Y_{t-1} = \alpha\delta (X_t - X_{t-1}) + \alpha\gamma X_{t-1} - \gamma Y_{t-1} + \delta\varepsilon_t - (\delta - \gamma)\varepsilon_{t-1}$$

Ahora, en esta ecuación se observa como el término de error se correlaciona Y_{t-1} .

En el mismo orden de ideas, si X_t y Y_t están cointegradas, se puede afirmar que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas. Además, se pueden analizar estas relaciones de equilibrio entre las variables en el largo plazo y a su vez estimar las dinámicas de corto plazo, implementando para ello el Modelo de Corrección de Errores (MCE). Este proceso se conoce como el teorema de representación de Granger.

Si $X_t \sim I(1)$, $Y_t \sim I(1)$ y $Z_t = Y_t - \beta X_t$ es $I(0)$, entonces se dice que X y Y están cointegradas. En este caso, el teorema de representación de Granger, explica, que tanto X_t como Y_t pueden ser consideradas como generadas del MCE de la forma siguiente:

$$\Delta X_t = \rho_1 Z_{t-1} + \text{retardo}(\Delta X_t, \Delta Y_t) + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta Y_t = \rho_2 Z_{t-1} + \text{retardo}(\Delta X_t, \Delta Y_t) + \varepsilon_{2t}$$

donde al menos uno de ρ_1 y ρ_2 es $\neq 0$ y ε_{1t} y ε_{2t} son ruido blanco.

Si suponemos $(Y_t, Z_t) \sim CI(1,1)$, un MCE de ambas variables vendría dado por:

$$\Delta Y_t = -\alpha_y W_{t-1} + \varepsilon_{yt}, \Delta Z_t = -\alpha_z W_{t-1} + \varepsilon_{zt}$$

donde $W_{t-1} = Z_{t-1} - \beta Y_{t-1}$ es la combinación lineal cointegrante y $\varepsilon_{it} \sim I(0)$.

Las variaciones que puedan ocurrir en Y_t y Z_t de corto y largo plazo obedecen a *shocks* aleatorios, representados éstos por ε_{yt} y a las desviaciones previas del equilibrio de largo plazo, mientras que los parámetros α_y y α_z se refieren a la velocidad de ajuste, es

decir, la velocidad de ajuste del corto plazo para mantenerse en la tendencia del largo plazo.

Una metodología lo suficientemente flexible como para tomar en cuenta la dinámica de corto y largo plazo es la de Soren Johansen (Maddala, 1996), a través de la cual se puede probar la hipótesis de cointegración entre las variables de un sistema. El test de Johansen es un enfoque de estimación de relaciones de largo plazo en modelos de vectores autorregresivos (VAR), siendo éste a su vez, una generalización del test de Dickey-Fuller.

Del mismo modo, para Maddala (1996) y Novales (1993), un insumo de gran relevancia que se utiliza para llevar a cabo el análisis de los sistemas cointegrables es la prueba de cointegración. Primeramente, consideremos dos variables, X e Y. Lo primero que se debe realizar es aplicar las pruebas de raíces unitarias para verificar que las variables X e Y sean I (1). Posteriormente se aplica la regresión de Y sobre X o de X sobre Y, y se considera $\hat{U} = y - \hat{a}x$, aplicando sobre \hat{U} las pruebas de raíces unitarias.

Si X e Y son cointegrables, $U = Y - \beta X$ es I (0). Por otra parte, si no lo son, U será I (1). De esta manera, la hipótesis nula y alternativa en las pruebas de cointegración son:

H_0 : X e Y no son cointegrables

H_1 : X e Y son cointegrables

Por otra parte, en el caso de más de dos variables, que es el que compete a la presente investigación, es posible usar los procedimientos descritos anteriormente, con base en el modelo de regresión vectorial. Si existe más de una raíz unitaria, es preciso usar el procedimiento de Johansen. En este sentido, de existir más de una raíz unitaria, ello significa que las variables no son I (1), sino I (2). Recuérdese que la condición para

cointegración de la que se parte es que todas las variables sean integradas de orden 1. En todo caso, se recurre al enfoque de Johansen porque en el modelo se incorporan varias variables explicativas, mientras que Engle-Granger es más adecuado para el caso de regresiones simples.

Cuando se aplican las pruebas de cointegración es importante destacar la importancia que tiene el significado de la hipótesis nula y alternativa ya que utilizan los niveles de significación que tradicionalmente se consideran, tales como el 1% y el 5%. En las pruebas de raíz unitaria la hipótesis nula es que existe al menos una raíz unitaria, es decir, se mantiene que las series de tiempo son estacionarias en diferencia. Para el caso de las pruebas de cointegración, la hipótesis nula es que no existe cointegración, es decir, se sostiene que no existe relaciones en el largo plazo. De este modo, es posible revertir las hipótesis nula y alternativa para la prueba de cointegración si se invierten las hipótesis en las pruebas de raíz unitaria. De este modo, la hipótesis nula y alternativa para prueba de raíz unitaria y de cointegración se plantea de la siguiente forma:

H_0 : X_t e Y_t no son estacionaria, existe al menos una raíz unitaria ($\alpha = 1$)

H_1 : X_t e Y_t es estacionaria, no existe raíz unitaria ($\alpha < 1$) en valor absoluto

Para las pruebas de cointegración tenemos que:

H_0 : X_t e Y_t no son cointegrables

H_1 : X_t e Y_t son cointegrables

Tal como se indica en el párrafo anterior, la hipótesis nula para las pruebas de raíz unitaria es la no estacionariedad, lo cual implicaría la no cointegración. Además, en las salidas de Johansen, la hipótesis nula es que no existen vectores cointegrante, contra la alternativa de que existe al menos un vector cointegrante (pudiendo existir tantos vectores

cointegrado como n-1 variables tenga el modelo). Así la hipótesis nula para las pruebas de cointegración es que X y Y no están cointegradas.

Es importante destacar la importancia económica y estadística que tiene una serie de tiempo de tendencia o de diferencia. Si una serie presenta diferencia estacionaria, el efecto de cualquier cambio brusco es permanente. Es decir, consideremos el presente modelo:

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

donde ε_t es un proceso estacionario con media 0. Si suponemos que en un determinado momento del tiempo Y_t , se presenta un salto C en ε_t . Entonces, todo $Y_t, Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots$, aumenta en proporción a C. De esta forma, se demuestra que el efecto del cambio drástico en C es permanente.

Por otra parte, si el modelo que presente esta forma $Y_t = \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t$ siendo que $|\alpha| < 1$, el efecto que genera el cambio brusco dado en C se desvanece con el paso del tiempo. Por lo tanto, el problema de si en la auto regresión $Y_t = \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t$, la raíz α es igual o menor que 1, es decir, si existe o no una raíz unitaria, es muy importante porque permite detectar cuánto tiempo requieren los cambios bruscos para desaparecer.

En definitiva, para verificar que el sistema de variables sean cointegrables o que mantienen sus relaciones de estabilidad en el largo plazo, se debe en primer lugar, demostrar que todas las variables explicativas sean del mismo orden de integración, es decir I (1). Para esto se recurre a la prueba de raíz unitaria ($\alpha = 1$ o $\alpha < 1$) para comprobar si la serie es no estacionaria o estacionaria. Para tal fin, se utilizará el test de Dickey-Fuller, el cual se basa en la prueba de hipótesis $\alpha=1$. Siendo la ecuación autorregresiva de primer orden $Y_t = \beta + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t$, para demostrar que $\alpha=1$, se

recurre a la prueba de raíz unitaria, y para aplicar tal prueba, se recurre a un test de uso común, denominado Dickey-Fuller.

Una vez que todas las variables presenten el mismo orden de integración I (1), se incorporan al modelo, y posteriormente se ejecuta la regresión de largo plazo a través del método de cointegración de Johansen, para comprobar la estabilidad de largo plazo que tienen las relaciones de variables incorporadas al modelo, acompañado éste por un modelo de corrección de errores, el cual reflejará la dinámica de corto plazo del modelo.

3.3. Descripción de la Base de datos para el modelo de Consumo de Cemento

Como se indica al inicio de este capítulo, los datos que se utilizaron para realizar esta investigación provienen del Banco de la República de Colombia y el DANE (2019). La serie de tiempo para el modelo de consumo de cemento en Colombia se trabaja con data trimestral para cada una de las variables explicativas y la variable dependiente. Hay que destacar que preferiblemente se acudirá a series de tiempo con datos trimestrales para la estimación de los modelos, dado que permite capturar con una mayor recurrencia, los efectos que producen los *shocks* internos y externos a los cuales se sometió la economía colombiana durante el lapso objeto de estudio.

3.4. El modelo y la identificación de las variables

Para cumplir con el propósito de esta investigación se llevó a cabo la estimación de los modelos a través del método de estimación de M.C.O y vectores cointegrante (método de cointegración de Johansen) para el modelo de demanda y oferta de cemento, durante el lapso comprendido entre 2009:2-2020:3.

Para el caso del estimador M.C.O, se hicieron las corridas logrando seleccionar el mejor modelo, atendiendo los criterios económicos, estadísticos y econométricos.

Asimismo, se cumplieron los principios o supuestos de regresión simple: estimadores insesgados, varianza mínima, no autocorrelación, homocedasticidad y no multicolinealidad. En el caso de la estimación del vector cointegrante, antes de realizar la regresión de cada uno de los modelos considerados, se aplicó la prueba de Dickey Fuller (prueba de raíz unitaria) para conocer el orden de integrabilidad de cada variable. Cumplida esta fase, se procedió a obtener las diferentes regresiones en niveles, tasa de crecimiento, en primeras diferencias, y en logaritmo, lo cual dio un total de 25 estimaciones, seleccionando el modelo en niveles con el mismo orden de integrabilidad (prueba de Dickey Fuller para contrastar hipótesis de raíz unitaria), dado que cumplió con los criterios económicos, estadísticos y econométricos.

Los resultados conducen a elegir las regresiones de oferta y demanda de cemento expresadas en niveles para M.C.O, y, en primeras diferencias para Cointegración de Johansen, entre otros aspectos, porque satisfacen los supuestos de regresión simple (en el caso de M.C.O) y porque satisfacen la hipótesis de cointegración (en el caso del vector cointegrante).

Por lo tanto, la expresión formal referida a la especificación funcional del modelo en niveles de largo plazo que se busca estimar, además de la identificación de las variables, se presenta en la tabla 4 y 5. En los respectivos cuadros, se muestra en términos formales el modelo de demanda y oferta de cemento a estimar con M.C.O y Cointegración, con sus respectivas definiciones de variables explicativas y dependientes.

Tabla 4. Representación Formal del Modelo de Demanda y oferta de Cemento con M.C.O
en Colombia período 2009:2-2020:3

REPRESENTACIÓN FORMAL DEL MODELO CON M.C.O	
$D_{ct} = \beta_0 + \beta_{1t}.PIBC_t + \beta_{2t}.M1_t + U_t$	$O_{ct} = \beta_0 + \beta_{1t}.PIBC_t + \beta_{2t}.M1_t + U_t$
IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	
Variable dependiente:	
DCt= Demanda o Despacho de Cemento y OCT= Oferta de Cemento	
Variables independientes o explicativas:	
PIBCt = Producto Interno Bruto de la Construcción	
M1t = Liquidez Monetaria medida por el efectivo o Circulante	
β_0 = Constante	
β_{1t}, β_{2t} = elasticidades	
U_t = término de error	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Representación Formal del Modelo Cointegrante a Largo Plazo de Demanda y oferta de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3

REPRESENTACIÓN FORMAL DEL MODELO COINTEGRANTE A LARGO PLAZO	
$D_{ct} = \beta_0 + \beta_{1t}.PIBC_t + \beta_{2t}.M1_t + U_t$	$O_{ct} = \beta_0 + \beta_{1t}.PIBC_t + \beta_{2t}.M1_t + U_t$
IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	
Variable dependiente:	
DCt= Demanda o Despacho de Cemento y OCT= Oferta de Cemento	
Variables independientes o explicativas:	
PIBCt = Producto Interno Bruto de la Construcción	
M1t = Liquidez Monetaria medida por el efectivo o Circulante	
β_0 = Constante	
β_{1t}, β_{2t} = elasticidades	
U_t = término de error	
Variables exógenas	
d09q4 = dummy en el año 2009, trimestre 4	
d10q3 = dummy en el 2010, trimestre 3	
d10q4 = dummy en el año 2010, trimestre 4	
d11q1 = dummy en el año 2011, trimestre 1	
d11q4 = dummy en el año 2011, trimestre 4	
d12q1 = dummy en el año 2012, trimestre 1	
d13q1 = dummy en el año 2013, trimestre 1	
d16q4 = dummy en el año 2016, trimestre 4	
d17q4 = dummy en el año 2017, trimestre 4	

Fuente: Elaboración Propia.

En este orden de ideas, se presenta la identificación de todas y cada una de las variables explicativas, exógenas y dependiente, correspondiente al modelo que amerita. Las variables dependientes están definidas por la demanda y oferta de cemento (DCt y OCt). Por su parte, las variables explicativas están constituidas por el PIB de la Construcción (PIBC) y la Liquidez Monetaria (M_1) más un término de error. Del mismo modo, las variables exógenas están representadas por todas y cada una de las variables *dummy* consideradas dentro del modelo, esta última sólo se considera en el modelo de vector cointegrante.

Con relación al rol de la cantidad de dinero o liquidez monetaria como variable explicativa es preciso mencionar tal como indican Dolado y Escrivá (s/f) que esa variable impacta de manera significativa en la tasa de inflación, PIB y la renta real. En este sentido, el Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA,2021) indica que un incremento de los flujos de liquidez, genera como en efecto lo hace tres efectos bien diferenciados, puede producirse un incremento de la actividad económica, lo que es positivo, pero, dos de esos efectos son negativos, uno de ellos es el incremento de la inflación, en cuanto a precios lo que reduce el margen de maniobra de ellos consumidores y la segunda se manifiesta como una inflación en el ámbito financiero, de manera particular en lo atinente a las acciones o a los bonos.

3.4. Signos Esperados de las variables explicativas.

3.4.1. Producto Interno Bruto de Construcción (PIBC)

Esta variable se define como la producción de bienes y servicios nuevos en el sector de la construcción contabilizados en un período de tiempo determinado. La misma se incorpora a los distintos modelos de demanda y oferta de cemento con M.C.O y

cointegración, con el objeto de verificar su impacto como variable real explicativa. Se espera que un alza en la actividad económica nacional estimule la producción y demanda de cemento en Colombia, por lo que se espera un signo positivo en el coeficiente del PIBC. Por lo tanto: $\delta DC/\delta PIBC > 0 (+)$, $\delta OC/\delta PIBC > 0 (+)$.

3.4.2. Liquidez Monetaria (M₁)

Este agregado monetario se define como la sumatoria del efectivo más los depósitos a la vista en cuenta corriente. Un aumento de la liquidez en el mercado de dinero conduce a una baja de la tasa de interés, por consiguiente, un estímulo a la inversión, por lo tanto, por la vía del multiplicador de la inversión auspicia el crecimiento económico (\uparrow PIBC), y esto hará que la producción y demanda de cemento aumente. Se espera, por lo tanto, un signo positivo en el coeficiente de (M₁), es decir, $\delta DC/\delta PIBC > 0 (+)$, $\delta OC/\delta PIBC > 0 (+)$.

CAPÍTULO IV: HECHOS RELEVANTES DE LA ECONOMÍA COLOMBIANA

El propósito que se persigue con este capítulo es analizar los hechos económicos referentes a la evolución que ha tenido la producción y despacho (demanda) de cemento a nivel nacional e internacional, así como el comportamiento del P.I.B de la construcción y su relación con la cantidad de despacho (demanda) y oferta de cemento.

En este sentido, la información recopilada permitirá abordar en profundidad el desenvolvimiento que ha tenido el cemento en Colombia, así como su articulación con otras variables macroeconómicas, tales como el PIB consolidado y el PIB de la construcción, además de analizar el comportamiento con otros agregados económicos o indicadores tales como: la Liquidez Monetaria (M₁). De esta manera, se busca comprobar científicamente si en realidad el PIB de la construcción es realmente importante para

explicar la dinámica de la producción y despacho de cemento en Colombia durante el período 2009-2020, por consiguiente, en este apartado se aportarán insumos (argumentos y conocimientos) para que los responsables de aplicar las políticas públicas puedan orientar con mayor efectividad el diseño de medidas económicas en beneficio del bienestar de la sociedad.

4.1. Contexto Nacional

4.1.1. Producción y Demanda Nacional de Cemento

Tabla 6. Evolución de la Producción y Demanda (Despacho) de Cemento en Colombia durante el período 2009 (abril)-2020. (En Toneladas).

Año	Producción (Tn)	Despacho (Tn)
2009	6.973.142	6.326.942
2010	9.504.777	8.921.381
2011	10.778.538	10.175.841
2012	10.924.786	10.495.991
2013	11.251.933	10.866.036
2014	12.402.371	11.970.234
2015	13.046.717	12.806.780
2016	12.495.402	12.100.937
2017	12.298.843	11.983.835
2018	12.459.874	12.010.091
2019	13.012.792	12.515.317
2020	11.848.568	11.233.970

Fuente: DANE. Banco de la República de Colombia (BRC).

Nota: 2009: el valor corresponde al rango Abril-diciembre.

La tabla 6 y figura 9, evidencian que la producción de cemento en valor absoluto, entre el 2009 y 2015, ha tenido un comportamiento con tendencia al crecimiento, al pasar de 6.973.142 Tn a 13.046.717 Tn respectivamente, lo que significa una tasa de crecimiento puntual entre ambos años de 87,1%. No obstante, a partir del período 2015,

la evolución se revierte con tendencia hacia la baja. Tal aseveración se fundamenta al comparar el año 2015 con el 2020. Entre ambos lapsos de tiempo, la tasa de variación porcentual fue negativa y alcanzó -9,18%, al pasar el nivel de producción de 13.046.717 Tn a 11.848.568 Tn.

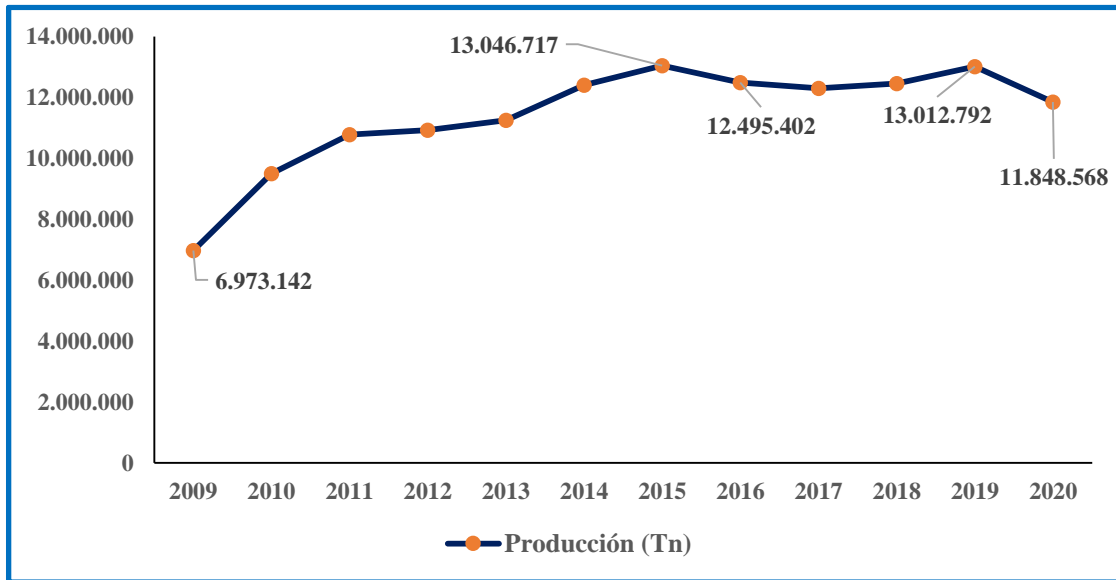


Figura 9. Evolución de la Producción de Cemento en Colombia, período 2009 (abril)-2020).

Fuente: DANE. Banco de la República de Colombia (BRC).

Por otro lado, la figura 10 y 11, evidencian la evolución de la demanda de cemento en Colombia y la relación entre la demanda y oferta de cemento entre el período 2009-2020 respectivamente, observando un comportamiento evolutivo muy similar entre ambas variables para el período mencionado. Como se puede apreciar, en la figura 10 y 11, entre el 2009 y 2015, la demanda tuvo una tendencia al crecimiento, siendo su variación porcentual interanual de 102,4%. A partir del 2015 hasta el 2020, el ritmo de crecimiento tendió a decrecer, a una tasa interanual de -12,3%. En general las tendencias tanto de la demanda como de la oferta de cemento a partir del 2015 fueron a disminuir, y esta apreciación se corrobora con lo que se observa en la tabla 7, figura 11 y 12.

En la figura 11, sustenta ilustrativamente la relación directa que se evidencia entre la demanda y oferta de cemento, con tendencia a decrecer ambas variables (demanda y oferta) a partir del 2015. Del mismo modo, la tabla 7 y figura 12, dan cuenta de las variaciones o tasas de crecimiento de la demanda y oferta de cemento, notando que la producción de cemento creció en promedio entre el 2009-2020, a un ritmo menor (5,5%) que la demanda (6,1%). No obstante, no se puede afirmar lo mismo entre el período 2005-2020, en cuyo lapso, en promedio la producción y demanda, ambas decrecieron en promedio en -0,6% y -0,9% respectivamente.

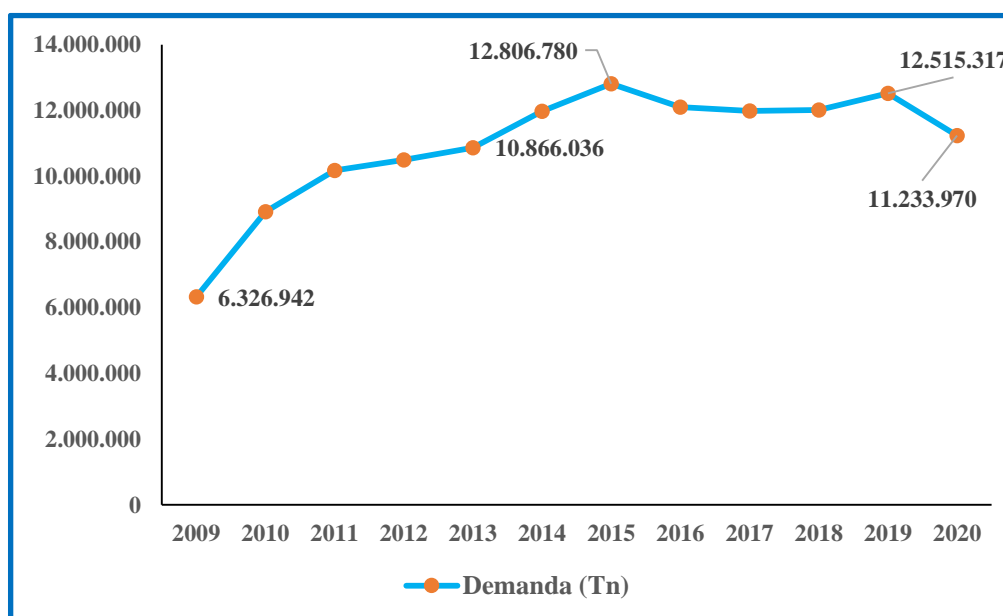


Figura 10. Evolución de la Demanda de Cemento en Colombia, período 2009 (abril)-2020

Fuente: DANE.

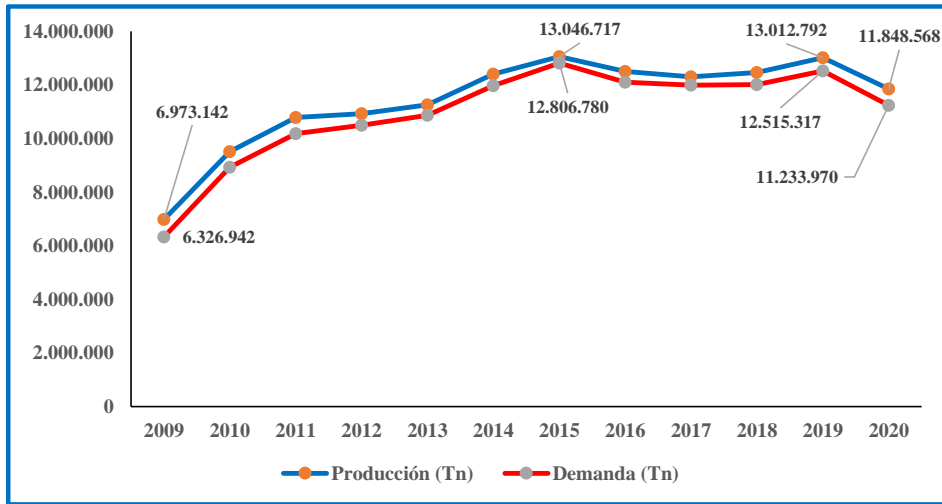


Figura 11. Relación de la Producción (Tn) y la Demanda de Cemento en Colombia, período 2009 (abril)-2020.

Fuente: DANE.

Tabla 7. Tasa de Crecimiento interanual de la Producción y Demanda de Cemento en Colombia durante el período 2011-2020. (En Toneladas)

Año	Var.% Producción	Var.% Demanda
2010	36,31	41,01
2011	13,40	14,06
2012	1,36	3,15
2013	2,99	3,53
2014	10,22	10,16
2015	5,20	6,99
2016	-4,23	-5,51
2017	-1,57	-0,97
2018	1,31	0,22
2019	4,44	4,21
2020	-8,95	-10,24
Promedio (2009-2020)	5,5	6,1
Promedio (2015-2020)	-0,6	-0,9

Fuente: DANE.

Con relación a lo que previamente se analizó, efectivamente entre el 2015 y 2020, se puede evidenciar en la tabla 7, que el decrecimiento en la demanda de cemento (-0,9%) fue mucho mayor que la oferta de cemento (-0,6%). En el mismo orden de apreciación, en la figura 12, se visualiza la caída evolutiva de la oferta y demanda de cemento, a partir del 2009, en tasas de crecimiento interanual la desaceleración es sostenida, tal y como se mencionó en cifras anteriormente (ver tabla 7).

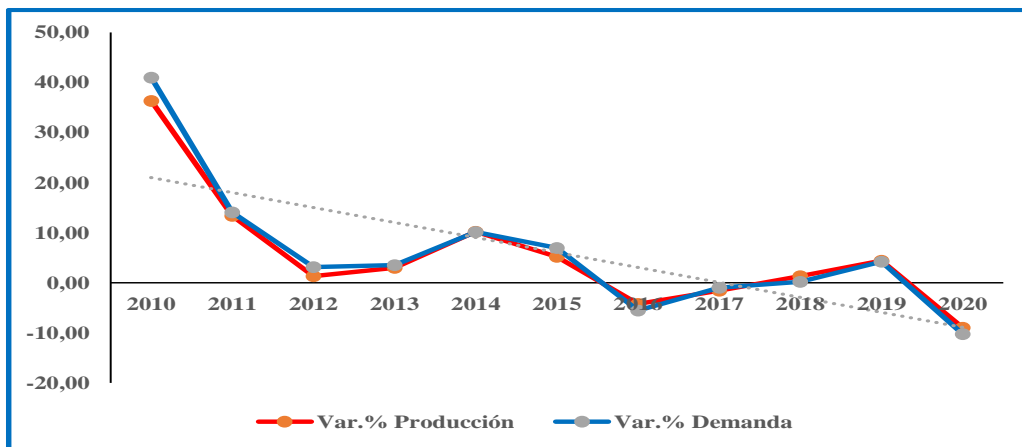


Figura 12. Tasa de Crecimiento interanual de la Producción y Demanda de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Toneladas)

Fuente: DANE.

Por otra parte, la tabla 8 y figura 13, muestra la evolución del Producto Interno Bruto Consolidado (PIB) y su relación con la demanda y oferta de cemento durante el período 2010-2020. Efectivamente, lo importante es evidenciar que, entre esas variables, existe ilustrativamente una relación en promedio positiva en la trayectoria dinámica que se observa. No cabe duda que el funcionamiento de la actividad económica de Colombia medida por el PIB consolidado tiene un impacto importante en la demanda y oferta de Cemento.

Tabla 8. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto (PIB), la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Var. %).

Año	Var.% PIB	Var.% Demanda	Var.% Producción
2010	4,5	41,01	36,31
2011	6,9	14,06	13,40
2012	3,9	3,15	1,36
2013	5,1	3,53	2,99
2014	4,5	10,16	10,22
2015	3,0	6,99	5,20
2016	2,1	-5,51	-4,23
2017	1,4	-0,97	-1,57
2018	2,6	0,22	1,31
2019	3,3	4,21	4,44
2020	-6,8	-10,24	-8,95
Promedio	2,8	6,1	5,5

Fuente: DANE. Banco de la República de Colombia.

En promedio, la tasa de crecimiento interanual del PIB consolidado en Colombia en el lapso 2010-2020, fue de 2,8%, mucho menor al ritmo de crecimiento de la demanda (6,1%) y oferta (5,5%) de cemento, argumento que nos permite inferir que cualquier variación del PIB consolidado produce un efecto elástico en la demanda y oferta de cemento.

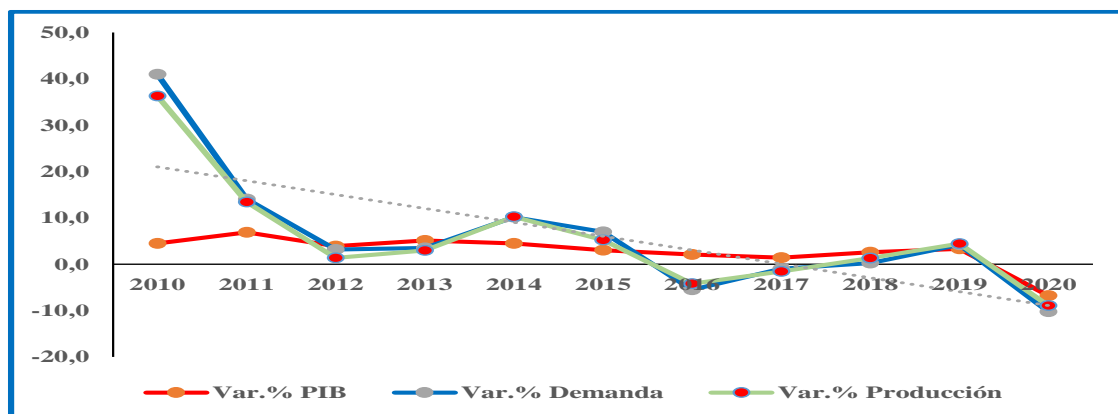


Figura 13. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto (PIB), la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Var. %).

Fuente: DANE. Banco de la República de Colombia.

Asimismo, la Tabla 9 y Figura 14, convalidan lo argumentado anteriormente, cuando se relaciona la salud de la economía (PIB consolidado), y la oferta y demanda de cemento. Se evidencia que en promedio entre el 2010-2020, el PIB de la construcción creció marginalmente en 0,7%, mientras que la demanda y oferta lo hicieron en 6,1% y 5,5% respectivamente.

No obstante, a partir del 2015 hasta el 2020, la trayectoria de esas variables tiende a desmejorar, es decir, el PIB de la construcción crece negativamente en -3,3%, y por consiguiente, la demanda y oferta de cemento también lo siguen con -0,9% y -0,6% respectivamente. Lo que se infiere de esta relación de variables es que efectivamente, un factor neurálgico para explicar la desaceleración negativa de la demanda y oferta de cemento en Colombia es precisamente el desmejoramiento del sector construcción.

Tabla 9. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto (PIB) de la Construcción, la demanda y oferta de cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Var. %).

Año	Var.% PIB Construcción	Var.% Demanda	Var.% Oferta
2010	5,9	41,01	36,31
2011	3,7	14,06	13,40
2012	1,0	3,15	1,36
2013	10,9	3,53	2,99
2014	6,1	10,16	10,22
2015	5,7	6,99	5,20
2016	1,4	-5,51	-4,23
2017	-0,9	-0,97	-1,57
2018	1,0	0,22	1,31
2019	-1,8	4,21	4,44
2020	-25,2	-10,24	-8,95
Promedio (2010-2020)	0,7	6,1	5,5
Promedio (2015-2020)	-3,3	-0,9	-0,6

Fuente: DANE. Banco de la Republica de Colombia.

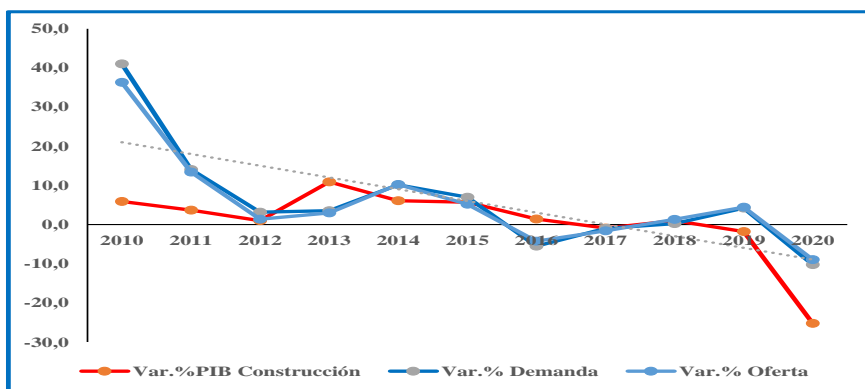


Figura 14. Tasa de Crecimiento interanual del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC), la Demanda y oferta de Cemento en Colombia durante el período 2010-2020. (En Var. %).

Fuente: DANE.

Tabla 10. Demanda (Despachos) en Colombia de Cemento por canal de Distribución. En Toneladas (Tn). Período: 2009 (abril) -2021(marzo)

Años	Despacho (Demanda)	Concreteteras	%	Comercialización	%	Constructores y Contratistas	%	Otros*	%
2009	6.326.942	1.132.389	18	3.802.662	60	1.054.800	17	337.091	5
2010	8.921.381	1.632.072	18	5.491.768	62	1.339.352	15	458.189	5
2011	10.175.841	2.089.999	21	6.067.011	60	1.505.720	15	513.110	5
2012	10.495.991	2.318.794	22	5.661.962	54	1.926.478	18	588.757	6
2013	10.866.036	2.546.122	23	5.500.109	51	2.216.408	20	603.399	6
2014	11.970.234	2.786.711	23	6.233.622	52	2.291.353	19	658.547	6
2015	12.806.780	2.981.796	23	6.440.766	50	2.670.025	21	714.192	6
2016	12.100.937	2.761.132	23	6.314.843	52	2.465.619	20	559.343	5
2017	11.983.835	2.626.275	22	6.356.233	53	2.406.792	20	594.535	5
2018	12.010.091	2.741.976	23	6.378.515	53	2.300.626	19	588.974	5
2019	12.515.317	2.855.193	23	6.658.350	53	2.318.920	19	682.854	5
2020	11.233.970	2.178.363	19	6.315.089	56	2.070.793	18	669.725	6
2021	3.257.353	626.770	19	1.841.960	57	594.998	18	193.626	6
Promedio	10.358.824	2.252.123	21	5.620.222	55	1.935.530	18	550.949	5

Fuente: DANE (2009-2021), Anexo 2.

Nota: * El canal de distribución "Otros" incluye: despacho al gobierno, donaciones, consumo interno de la empresa, ventas a empleados, prefabricados y fibrocemento.

Es importante destacar lo que se observa en la tabla 10, en la misma, se aprecia la distribución de los despachos (demanda) entre los diferentes canales de comercialización o agentes económicos de participación como: las concreteiras, la comercialización propiamente dicha, los constructores y contratistas, además de otros participantes pequeños. En resumen, entre el 2009 y 2020, de todos los despachos que se hicieron en promedio (10.358.824 Tn) de cemento en Colombia, el 55% lo adquirió comercialización, el 21% concentrado en las concreteiras, el 18% dirigido a los constructores y contratistas, y un 5% a otros. En forma global, el 76% de la demanda en Colombia es responsabilidad de las concreteiras y la comercialización.

Haciendo un estudio mucho más minucioso desde el punto de vista microeconómico de la distribución de la demanda de cemento en Colombia, se observa en la tabla 11, que dentro de la Demanda o despacho total promedio (10.950.613 Tn), realizado en Colombia entre el 2009 y 2020, la forma de presentación del cemento en empaque representó el 64% (7.563.874 Tn) y el 30% (3.314.468 Tn) restante se adquirió en forma de granel.

Tabla 11. Demanda (Despachos) en Colombia de Cemento por Granel y Empacado

Período: 2009 (abril) -2020. (En Tn)

Años	Despacho (Demanda)	Granel	%	Empacado	%
2009	6.326.942	1.612.607	25	4.714.335	75
2010	8.921.381	2.328.037	26	6.593.344	74
2011	10.175.841	2.838.856	28	7.336.985	72
2012	10.495.991	2.367.397	23	7.261.342	69
2013	10.866.036	3.562.835	33	7.303.202	67
2014	11.970.234	3.988.140	33	7.982.094	67
2015	12.806.780	4.232.239	33	8.574.541	67
2016	12.100.937	3.929.184	32	8.171.753	68
2017	11.983.835	3.829.584	32	8.154.251	68
2018	12.010.091	3.805.926	32	8.204.165	68
2019	12.515.317	3.973.266	32	8.542.051	68
2020	11.233.970	3.305.540	29	7.928.430	71
Promedio	10.950.613	3.314.468	30	7.563.874	64

Fuente: DANE.

Por otra parte, en materia de distribución del cemento en Colombia, por tipo de empaque por canal de distribución, se puede apreciar en la tabla 12, que en Colombia entre el 2009 (abril)-2020, en las concreteras prefieren el cemento en forma de granel (71% de participación con respecto a la demanda), mientras que, desde el punto de vista de la comercialización en cemento, es preferido en forma de empaque (79% de participación con respecto a la demanda). Asimismo, con respecto a los constructores y contratistas, la compra la hacen en proporciones más simétricas, es decir, a granel con 17% y empacado con 19%. Con referencia a otros compradores, éstos prefieren mayormente como tipo de empaque, el cemento a granel (12% de participación).

Tabla 12. Porcentaje de Participación en la Demanda (Despachos) de Cemento por tipo de empaque según canal de Distribución. Período: 2009 (abril)-2021 (marzo)

Años	Concreteiras		Comercialización		Constructores y Contratistas		Otros*	
	Granel	Empacado	Granel	Empacado	Granel	Empacado	Granel	Empacado
2009	68	0,64	0,13	81	16	17	16	2
2010	69	0,46	0,46	83	15	15	15	1
2011	73	0,29	0,88	82	12	16	14	2
2012	97	0,04	0,08	78	2	20	2	2
2013	70	0,63	0,30	75	17	22	13	2
2014	69	0,56	0,28	78	18	20	13	2
2015	69	0,53	0,09	75	18	22	12	2
2016	69	0,52	0,13	77	20	21	11	2
2017	68	0,45	0,60	78	20	20	11	2
2018	70	0,72	0,91	77	18	20	11	2
2019	70	0,87	0,46	78	18	19	12	3
2020	64	0,84	0,36	80	24	16	12	3
2021	64	0,78	0,41	80	25	15	11	4
Total	71	0,56	0,39	79	17	19	12	2

Fuente: DANE (2009-2021), Anexo 4.

Nota: * El canal de distribución “Otros” incluye: despacho al gobierno, donaciones, consumo interno de la empresa, ventas a empleados, prefabricados y fibrocemento.

4.2. Panorama Internacional

4.2.1. Producción Mundial

4.2.1.1. Principales Productores de Cemento en el Mundo.

Tabla 13. Ranking de Productores de Cemento en el Mundo, período 2010-2018. (En Millones de Toneladas Métricas)

Ranking	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	China	China	China	China	China	China	China	China	China
	1,880.00	2,080.00	2,184.00	2,414.00	2,476.19	2,347.96	2,402.95	2,370.00	2,350.00
2	India	India	India	India	India	India	India	India	India
	224.72	240.51	246.70	255.79	270.52	274.60	288.81	297.68	302.57
3	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA
	66.45	67.90	74.15	76.60	82.60	83.70	85.40	86.56	88.50
4	Turquía	Turquía	Irán	Turquía	Turquía	Turquía	Turquía	Turquía	Turquía
	66.20	67.80	70.25	74.40	72.60	72.80	74.50	80.00	82.00
5	Irán	Irán	Brasil	Brasil	Brasil	Vietnam	Vietnam	Vietnam	Vietnam
	61.60	66.40	68.81	70.16	71.25	71.88	73.50	77.80	81.80
6	Brasil	Brasil	Turquía	Irán	Irán	Brasil	Irán	Irán	Irán
	59.12	64.09	67.60	68.70	70.05	65.28	65.00	67.97	70.46
7	Japón	Japón	Rusia	Rusia	Vietnam	Rusia	Indonesia	Indonesia	Indonesia
	56.60	56.40	61.50	66.30	69.83	61.83	61.10	65.43	68.65
8	Vietnam	Rusia	Japón	Japón	Rusia	Arabia	Japón	Egipto	Egipto
	50.50	56.10	59.30	61.70	68.31	61.49	58.98	64.30	63.70
9	Rusia	Vietnam	Vietnam	Vietnam	Japón	Irán	Egipto	Japón	Japón
	50.40	52.00	54.00	61.00	61.92	60.17	58.89	59.50	61.00
10	Egipto	Arabia	Arabia	Indonesia	Arabia	Indonesia	Brasil	Rusia	Brasil
	47.95	48.36	53.22	56.69	57.22	59.85	57.29	55.45	54.35

Fuente: Fuente: International Cement Reviews. Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM).

En el ámbito internacional, se puede decir que de acuerdo con lo observado en la tabla 13, entre el 2010 y 2018, la hegemonía en la producción mundial de cemento la tuvo China, India, USA, Turquía y Vietnam. En el 2018, la producción de China fue de 235 Tn de Cemento, la India con 302,57 Tn, Estados Unidos con 88,5 Tn, Turquía y Vietnam con 82 Tn y 81,8 Tn respectivamente.

4.2.3. Demanda Mundial

Tabla 14. Consumo, Producción y Déficit Comercial de Cemento en el Mundo, período 2014-2019. (En Millones de Toneladas Métricas)

Años	Consumo (Mt)	Producción (Mt)	Déficit (Superavit)	Var.% Consumo
2014	4155,11	4192,07	36,96	3,0
2015	4056,08	4081,82	25,74	-2,38
2016	4129,27	4174,3	45,03	1,8
2017	4133,09	4206,41	73,32	0,1
2018	4099,92	4234,27	134,35	-0,8
Promedio	4114,694	4177,774	63,08	0,344

Fuente: Internacional Cement Review (2017). The Global Cement Report Twelfth Edition. Tomado de: ASOCEM: Asociación de Productores de Cemento (2019). *Indicadores Internacionales de Cemento*. Lima Perú.p.2

En materia de Demanda en el mundo, entre el 2014 y 2018, el consumo promedio ascendió a 4.114,69 Tn, que, al compararla con la producción mundial, en promedio (4.177,774 Tn), se produjo un superávit de 63,8 Tn, es decir en ese lapso de tiempo la producción a nivel internacional fue capaz de abastecer la demanda mundial. Todo esto que se ha afirmado se contempla con mejor ilustración en la figura 15. Se aprecia que la tasa de crecimiento de la demanda de cemento en el mundo en términos de promedio viene creciendo de forma desacelerada a una tasa de 0,34%.

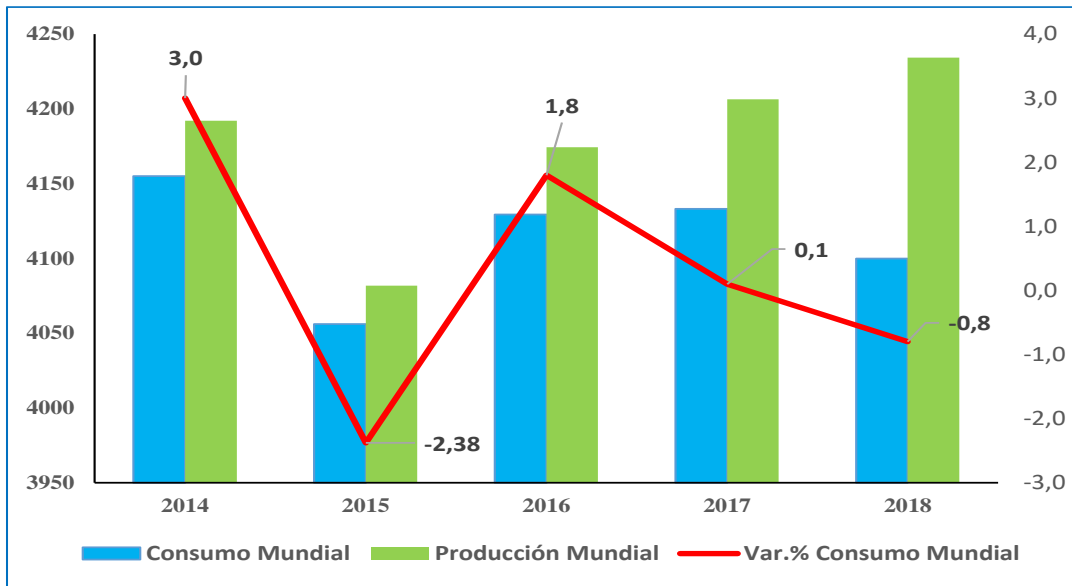


Figura 15. Demanda (Tn), Producción (Tn) y Tasa de Crecimiento de la demanda (%) de cemento a nivel mundial período 2014-2018 (Febrero)

Fuente: DANE.

Así mismo, la tabla 15, se explica por sí sola, la misma muestra que sigue China dominando no sólo la producción mundial de cemento, sino también el consumo. Los cuatro (4) primeros lugares del consumo de cemento en el mundo los tiene China con 2.280,56 Tn, la India con 301,57 Tn, USA con 100,51 Tn y el cuarto (4) lugar lo ocupa Turquía con 71,76 Tn.

Tabla 15. Principales Consumidores de Cemento en el Mundo, período 2010-2018 (En Millones de Toneladas Métricas)

Ranking	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017P	2018
1	China	China	China	China	China	China	China	China	China
	1,850.00	2,050.00	2,171.00	2,400.00	2,466.39	2,339.00	2,395.07	2,347.06	2,280.56
2	India	India	India	India	India	India	India	India	India
	221.04	236.87	241.80	253.89	269.43	273.62	287.84	296.68	301.57
3	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA
	71.19	72.20	77.88	81.70	89.01	92.92	94.50	98.16	100.51
4	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Turquía	Turquía	Turquía
	60.01	64.97	69.32	70.97	71.70	65.32	67.00	70.64	71.76
5	Irán	Rusia	Rusia	Rusia	Rusia	Turquía	Indonesia	Indonesia	Indonesia
	54.80	57.40	65.20	69.70	70.95	65.00	62.07	65.23	67.85
6	Vietnam	Irán	Irán	Turquía	Turquía	Rusia	Egipto	Egipto	Vietnam
	50.20	56.40	57.56	63.40	64.20	62.97	58.77	64.10	63.82
7	Turquía	Turquía	Turquía	Indonesia	Indonesia	Indonesia	Brasil	Vietnam	Egipto
	50.00	55.70	56.70	58.01	59.91	61.99	57.24	60.04	63.20
8	Egipto	Vietnam	Indonesia	Arabia	Arabia	Arabia	Vietnam	Rusia	Brasil
	49.53	49.20	54.96	55.26	56.56	60.74	56.00	54.55	54.05
9	Rusia	Egipto	Arabia	Irán	Irán	Vietnam	Corea Sur	Corea Sur	Rusia
	49.40	48.69	52.67	54.77	53.58	55.68	55.85	54.29	53.43
10	Corea Sur	Indonesia	Egipto	Egipto	Egipto	Egipto	Rusia	Brasil	Irán
	45.49	48.00	49.20	48.00	51.30	53.66	55.65	53.39	53.16

Fuente: International Cement Reviews. Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM).

4.2.4. Exportaciones e Importaciones de Cemento a nivel Mundial

4.2.4.1. Exportaciones de Cemento a nivel Mundial por Sub-Regiones

Tabla 16. Exportaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas)

Ranking	Sub-Región	Exportaciones
1	Asia Oriental	44,18
2	Asia Occidental	43,36
3	Sudeste Asiático	32,13
4	Europa del Sur	27,95
5	Europa Oriental	17,11
6	Europa Occidental	14,25
7	Asia del Sur	9,7
8	África del Norte	6,92
9	América del Norte	6,62
10	Europa del Norte	6,03
11	África Occidental	5,44
12	África Oriental	4,92
13	África Central	3,53
14	América Central	2,33
15	América del Sur	1,68
16	África del Sur	1,1
17	Oceanía	0,18

Fuente: International Cement Review (2017). The Global Cement Report Twelfth Edition

En materia de exportaciones e importaciones, la tabla y figura 16, tabla y figura 17, nos revelan esa vital información. Desde el punto de vista de las exportaciones, domina ese renglón en orden descendente, Asia Oriental (44,18 Tn), Asia Occidental (43,36 Tn), Sudeste asiático (32,13 Tn) y Europa del Sur (27,95 Tn).

Por el lado de las importaciones, el primer lugar lo ocupa Asia del Sur con 32,38%, Asia Occidental con 23,76%, Sudeste Asiático con 21,01 Tn y cuarto lugar África Occidental con 17,13 Tn.

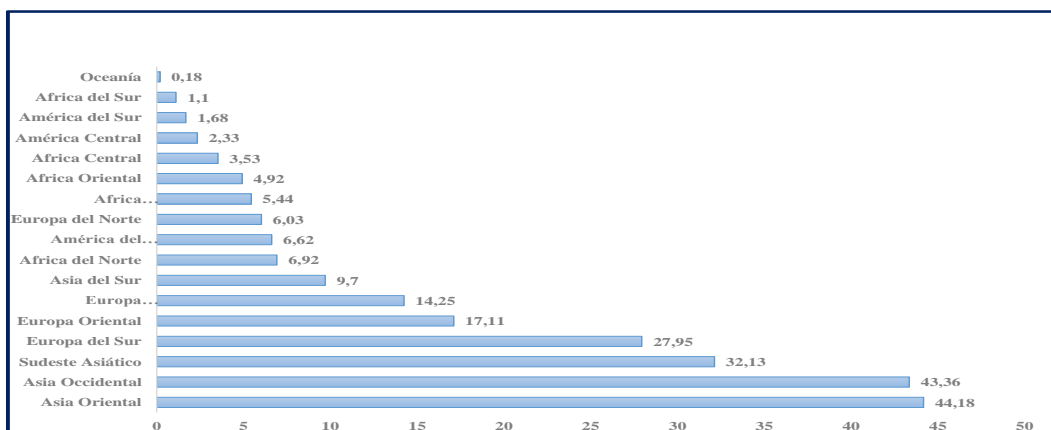


Figura 16. Exportaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas)

Fuente: International Cement Review (2017). The Global Cement Report Twelfth Edition

Tabla 17. Importaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas)

Ranking	Sub-Región	Importaciones
1	Asia del Sur	32,38
2	Asia Occidental	23,76
3	Sudeste Asiático	21,01
4	África Occidental	17,13
5	América del Norte	14,26
6	Europa Occidental	13,42
7	África Oriental	8,33
8	Europa del Sur	8,2
9	Asia Oriental	7,11
10	América del Sur	6,95
11	África Central	6,19
12	Europa Oriental	5,37
13	Europa del Norte	5,13
14	América Central	2,98
15	África del Norte	2,71
16	Asia Central	1,35
17	África del Sur	1,15

Fuente: International Cement Review (2017). The Global Cement Report Twelfth Edition

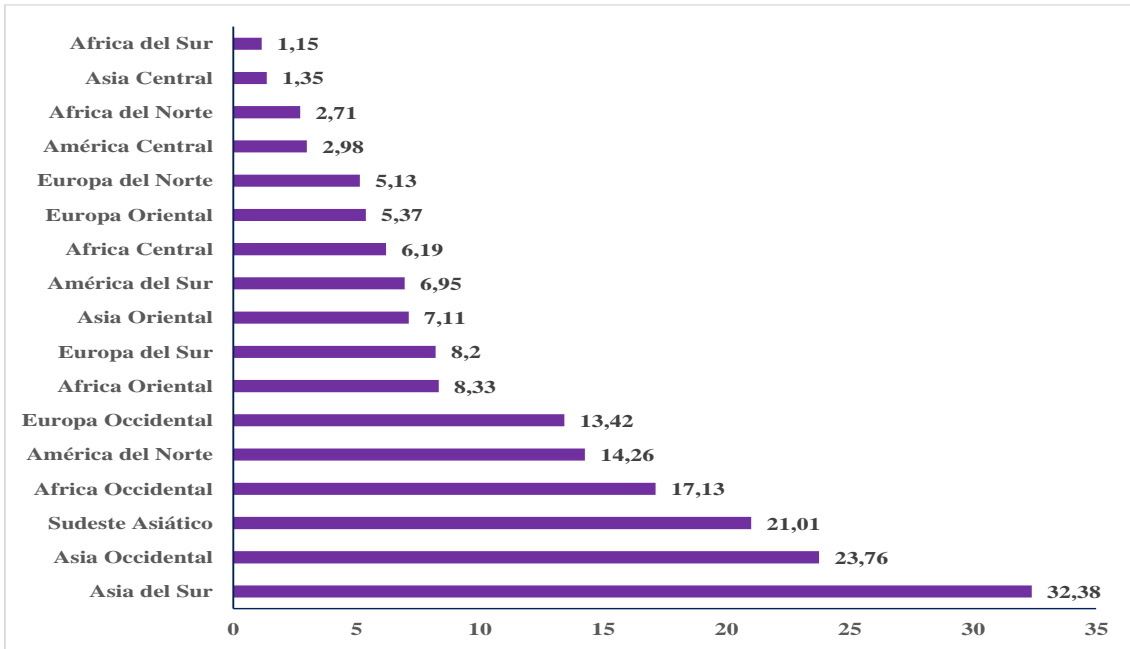


Figura 17. Importaciones de Cemento según Sub-Regiones en el Mundo, año 2018. (En Millones de Toneladas)

Fuente: International Cement Review (2017). The Global Cement Report Twelfth Edition

CAPÍTULO V: RESULTADOS

Este capítulo tiene como propósito contrastar las hipótesis planteadas en la investigación a través del uso de las herramientas econométricas, con el fin de darle contenido empírico al desarrollo o planteamiento del trabajo. De este modo, se persigue evidenciar, la importancia que tiene el Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) para explicar el comportamiento de la demanda y oferta de cemento en Colombia durante el período objeto de estudio (2009:2-2020:3). Asimismo, con el fin de contrastar las hipótesis y obtener la causalidad o la incidencia del PIBC y la liquidez monetaria sobre la demanda y oferta de cemento en Colombia durante el período 2009:2-2020:3, se estimará un modelo econométrico con los estimadores M.C.O y cointegración (técnica de Johansen y Dickey Fuller). Con esta última se pretende evaluar la estabilidad, confiabilidad, consistencia e insesgación de los coeficientes en el largo plazo. Los datos que se usaron en la muestra del modelo de demanda y oferta de cemento en Colombia para el período objeto de estudio fueron trimestrales, estos contribuirán a precisar una varianza menor en los términos de errores, además, de captar con mayor cobertura los shocks internos y externos de la economía colombiana.

5.1. Estimación del Modelo Econométrico a través del método de M.C.O (Mínimos Cuadrados Ordinarios).

5.1.1. Especificación del Modelo Formal de demanda y oferta de cemento en Colombia.

El modelo que se plantea es el siguiente:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_{it}.X_{it} + \beta_j.X_{jt} + \dots + \mu_{it} \quad (1)$$

donde:

β_0 : término constante|

β_{it} = Coeficientes de la regresora X_i

β_{jt} = Coeficientes de la regresora X_j

Y_{it} = Variable dependiente

X_{it} y X_{jt} : Regresoras

μ_{it} : Término de error

5.1.2. Planteamiento del Modelo de Demanda de Cemento en Colombia

El modelo se estimó en niveles, con data trimestral, para un período comprendido entre el 2009:2-2020:3.

El modelo presenta la siguiente especificación real aplicada a Colombia:

$$D_{ct} = \beta_0 + \beta_1 t.PIBC_{1t} + \beta_2.M_{1t} + \mu_{it} \quad (2)$$

donde:

D_{Ct} = Demanda de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3

$PIBC_{it}$: Producto Interno Bruto de construcción de Colombia período 2009:2-2020:3

β_0 : término constante|

β_{it} = Coeficientes de la regresora Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC)

β_{jt} = Coeficientes de la regresora Liquidez Monetaria (M_1)

u_{ij} : Término de error

5.1.3. Matriz o Test de Correlación de la variable dependiente Demanda de Cemento (Dct) y regresoras (PIBC y M₁)

Tabla 18. Matriz o test de correlación de la variable dependiente y regresoras del modelo econométrico de Demanda de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3

Variab les	DC	PIBC	M₁
DC	1.000.000	0,82958534	0,61120698
PIBC	0,82958534	1.000.000	0.49712711
M₁	0,61120698	0.49712711	1.000.000

Fuente: Elaboración propia a través del programa estadístico Eviews

La tabla 18, muestra los resultados de la matriz de correlación de las variables explicativas (PIBC y M₁) del modelo, con la Demanda de Cemento (DC) en Colombia durante el período 2009:2-2020-3. Claramente se infiere que la Demanda de Cemento (DC) tiene una relación importante con el PIB de la Construcción de 82,9% y con la Liquidez Monetaria (M₁) de 61,1%. La relación entre las variables explicativas o regresoras (PIBC y M₁) es baja relativamente (49,7%), lo que permite sostener que bajo ese criterio no existe problema de multicolinealidad en el modelo.

5.1.4. Correlación gráfica entre la Demanda de Cemento (DC) y el Producto Interno Bruto (PIBC) en Colombia.

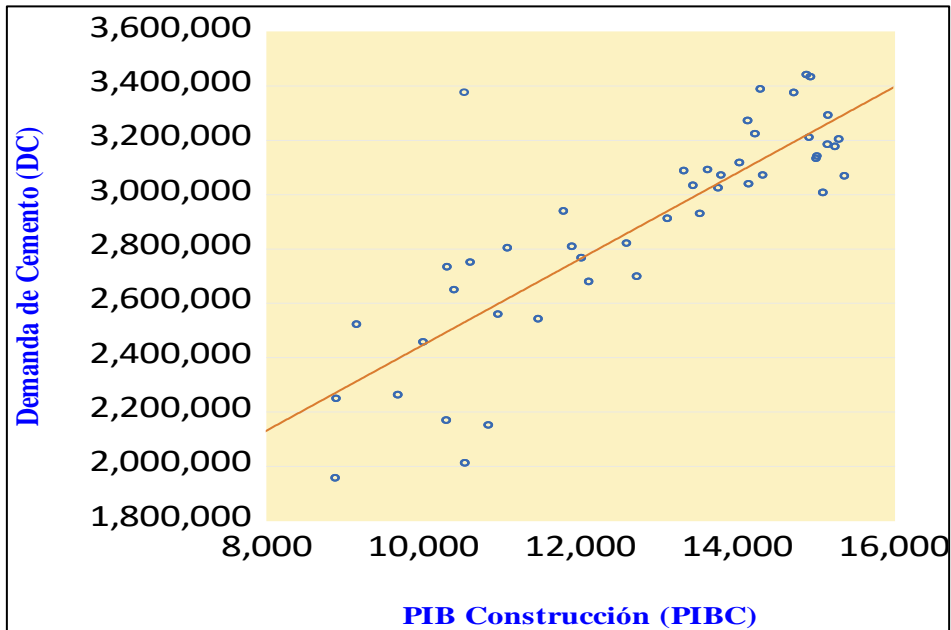


Figura 19. Diagrama de Dispersión entre la Demanda de Cemento (DC) y el Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBc) en Colombia período 2009:2-2020:3

Fuente: Elaboración Propia. Datos obtenidos de las estadísticas suministradas por el Banco de la República de Colombia.

La figura 19, en articulación con la tabla 18, sustentan la relación directa entre el Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) y la Demanda de Cemento (DC). La nube de puntos con la línea de regresión marca un trayecto donde la relación entre el PIBC y DC es directa, es decir: $\delta DC / \delta PIBC > 0 (+)$. Por su parte, en la figura 20, el diagrama de dispersión muestra que la relación entre la DC y M_1 igualmente mantienen en su dinámica una relación directa, por lo tanto:

$$\delta DC / \delta M_1 > 0 (+)$$

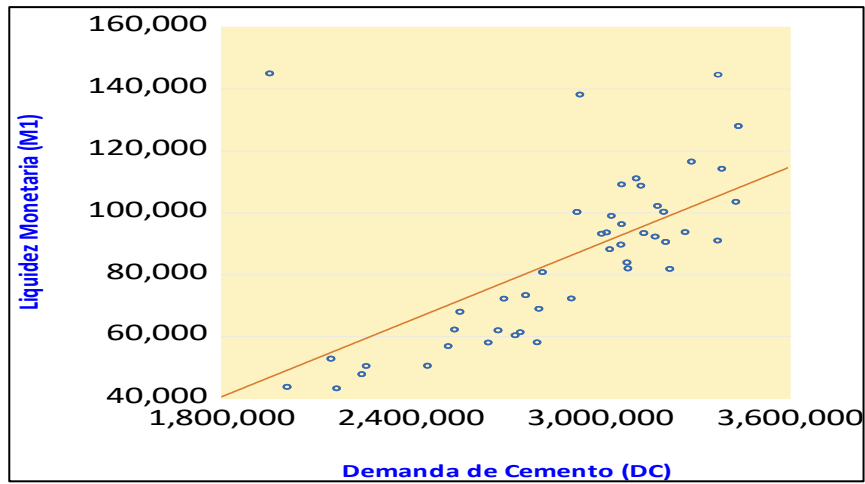


Figura 20. Diagrama de Dispersión entre la Demanda de Cemento (DC) y la Liquidez Monetaria (M1) en Colombia período 2009:2-2020:3

Fuente: Elaboración Propia. Datos obtenidos de las estadísticas suministradas por el Banco de la República de Colombia.

5.1.5. Modelo Econométrico de Demanda de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3

5.1.5.1. Modelo Econométrico de Demanda de Cemento estimado con M.C.O

Tabla 19. Resultados Econométricos con M.C.O del modelo de Demanda de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3

Dependent Variable: DC Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 06/08/21 Time: 17:55 Sample: 2009Q2 2020Q3 Included observations: 46 Convergence achieved after 29 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	849259.4	243442.1	3.488548	0.0012
PIBC	132.5256	19.33224	6.855158	0.0000
M1	4.037846	0.903134	4.470929	0.0001
AR(1)	0.089442	0.181805	0.491966	0.6254
SIGMASQ	3.82E+10	9.05E+09	4.225005	0.0001
R-squared	0.742265	Mean dependent var		2886323.
Adjusted R-squared	0.717121	S.D. dependent var		389388.5
S.E. of regression	207101.8	Akaike info criterion		27.42230
Sum squared resid	1.76E+12	Schwarz criterion		27.62107
Log likelihood	-625.7130	Hannan-Quinn criter.		27.49676
F-statistic	29.51959	Durbin-Watson stat		1.745102
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.09			

Fuente: Elaboración propia a través del programa estadístico Eviews

Con base a los resultados econométricos contentivos en la tabla 19, el modelo de Demanda de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3, quedaría expresado de la siguiente manera:

$$Dct = 849.259,4 + 132,52PIBC1t + 4,03M1t + \mu it \quad (3)$$

$$(6,8) ** (4,4) **$$

$$R2 = 0,74$$

$$F = 29,51$$

$$D.W = 1,745$$

Los resultados que arrojan la salida de la estimación permiten inferir que durante el período 2009:2-2020:3, el PIB de la construcción (PIBC) y la Liquidez Monetaria medida por M_1 , generaron un efecto positivo, directo y significativo desde el punto de vista estadístico ($t > 2$). En términos de propensión marginal, por cada variación en una unidad del PIB de la construcción y la Liquidez Monetaria, la Demanda de Cemento se incrementó en 132,52 y 4,03 respectivamente. Al aplicar el análisis de las elasticidades, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20. Elasticidad de la Demanda de Cemento con relación al PIB de la Construcción y Liquidez Monetaria (M_1).

Variable dependiente: DC_t	
Variables explicativas	Elasticidad (%)
$PIBC_t$	0,59
M_{1t}	0,12

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 20, muestra el valor de las elasticidades de la Demanda de Cemento con respecto al PIBC y a la Liquidez Monetaria (M_{1t}). La interpretación evidencia que por cada 1% de variación del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) y de la Liquidez Monetaria, la demanda de Cemento varía en una forma menos que proporcional en 0,59% y 0,12% respectivamente, es decir, el efecto que produce la variable PIBC y M_{1t} sobre la Demanda de Cemento (DC_t), es inelástico.

En términos generales, tanto el $PIBC_t$ como M_{1t} DC explican en un 74% las variaciones que tuvo la Demanda de Cemento durante el período objeto de estudio. Por lo que se sugiere que el gobierno aplique políticas económicas eficientes dirigidas a

impulsar el crecimiento y desarrollo del país, tomando en consideración especialmente la Política Monetaria y la Política Real de estabilización.

5.1.5.2. Planteamiento del Modelo de Oferta de Cemento en Colombia

El modelo presenta la siguiente especificación real aplicada a Colombia:

$$Oct = \beta_0 + \beta_1 t.PIBC1t + \beta_2.M1t + \mu_{it} \quad (4)$$

donde:

O_{Ct} = Oferta de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3

$PIBC_{it}$: Producto Interno Bruto de construcción de Colombia período 2009:2-2020:3

β_0 : término constante

β_{it} = Coeficientes de la regresora Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC)

β_{jt} = Coeficientes de la regresora Liquidez Monetaria (M_1)

u_{ij} : Término de error

5.1.5.3. Matriz o Test de Correlación de la variable dependiente Oferta de Cemento (Oct) y regresoras (PIBC_t y M_{1t})

La tabla 21, muestra los resultados de la matriz de correlación de las variables explicativas (PIBC y M_1) del modelo, con la Oferta de Cemento (OC) en Colombia durante el período 2009:2-2020-3. Claramente se infiere que la Oferta de Cemento (OC) tiene una relación importante con el PIB de la Construcción de 84,7% y con la Liquidez Monetaria (M_1) de 59,7%. La relación entre las variables explicativas o regresoras (PIBC y M_1) es baja relativamente (49,7%), lo que permite sostener que bajo ese criterio no existe problema de multicolinealidad en el modelo.

Tabla 21. Elasticidad de la Oferta Cemento con relación al PIB de la Construcción y Liquidez Monetaria (M₁).

Variables	OC	PIBC	M ₁
OC	1.000.000	0,84702900	0,596702
PIBC	0,84702900	1.000.000	0.49712711
M ₁	0,59670200	0.49712711	1.000.000

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5.4. Correlación gráfica entre la Oferta de Cemento (OC) y el Producto Interno Bruto (PIBC) en Colombia período 2009:2-2020:3

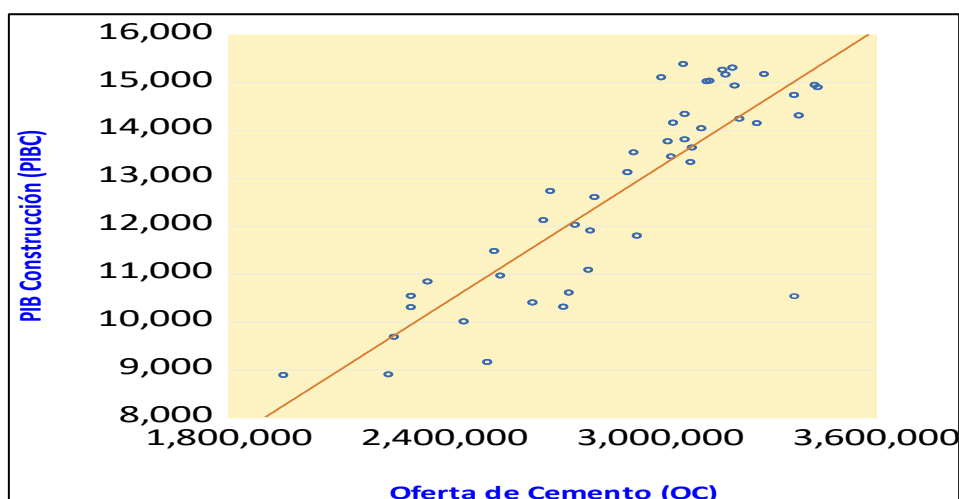


Figura 21. Diagrama de Dispersión entre la Oferta de Cemento (OC) y el PIB de la Construcción (PIBC) en Colombia período 2009:2-2020:3

Fuente: Elaboración Propia. Datos obtenidos de las estadísticas suministradas por el Banco de la República de Colombia.

5.1.5.5. Correlación gráfica entre la Oferta de Cemento (OC) y la Liquidez Monetaria (M₁) en Colombia período 2009:2-2020:3

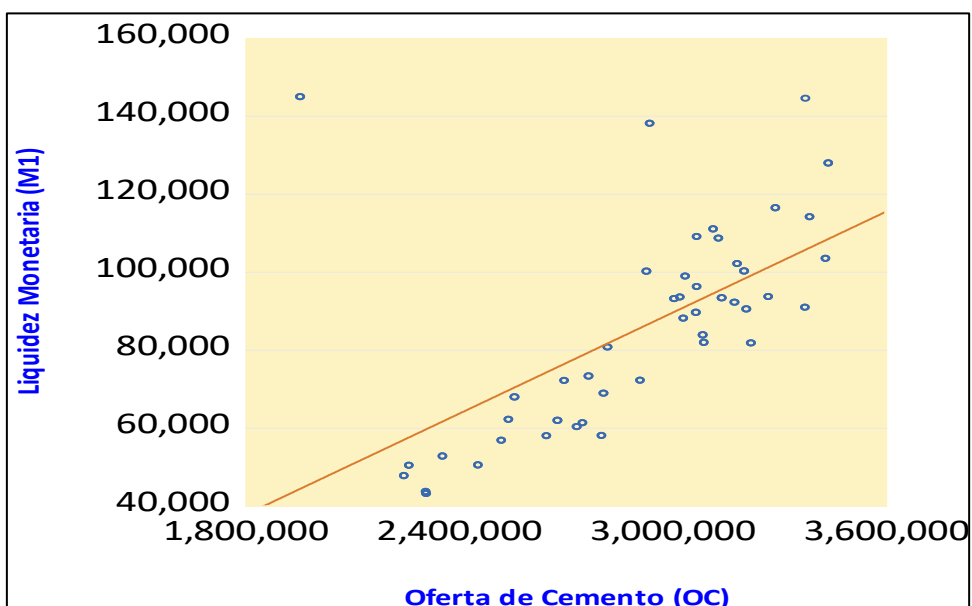


Figura 22. Diagrama de Dispersión entre la Oferta de Cemento (OC) y la Liquidez Monetaria (M₁) en Colombia período 2009:2-2020:3

Fuente: Elaboración Propia. Datos obtenidos de las estadísticas suministradas por el Banco de la República de Colombia.

La figura 21 y 22, en articulación con la tabla 18, sustentan la relación directa entre el Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC), la Liquidez Monetaria (M₁) y la Oferta Cemento (OC). La nube de puntos con la línea de regresión marca un trayecto donde la relación entre el PIBC y OC es directa, es decir: $\delta OC / \delta PIBC > 0 (+)$. Así mismo, en la en la figura 22, el diagrama de dispersión muestra que la relación entre la OC y M₁ igualmente mantienen en su dinámica una relación directa, por lo tanto: $\delta OC / \delta M_1 > 0 (+)$.

5.1.5.6. Modelo Econométrico de Oferta de Cemento estimado con M.C.O

Tabla 22. Resultados Econométricos con M.C.O del modelo de Oferta de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3

Dependent Variable: OC Method: Least Squares Date: 06/11/21 Time: 00:48 Sample: 2009Q2 2020Q3 Included observations: 46				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIBC	129.9268	15.35238	8.462979	0.0000
M1	3.224501	1.194089	2.700386	0.0099
C	965654.5	172307.2	5.604262	0.0000
R-squared	0.758426	Mean dependent var		2900371.
Adjusted R-squared	0.747190	S.D. dependent var		363166.7
S.E. of regression	182601.1	Akaike info criterion		27.13099
Sum squared resid	1.43E+12	Schwarz criterion		27.25025
Log likelihood	-621.0127	Hannan-Quinn criter.		27.17566
F-statistic	67.49957	Durbin-Watson stat		1.853634
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración Propia. Datos obtenidos de las estadísticas suministradas por el Banco de la República de Colombia.

Con base a los resultados econométricos contentivos en la tabla 22, el modelo de Oferta de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3, quedaría expresado de la siguiente manera:

$$Oct = 965.654,5 + 129,92 PIBC1t + 3,22 M1t + \mu (3)$$

$$(8,46) ** (2,7) **$$

$$R2 = 0,75$$

$$F = 67$$

$$D.W = 1,85$$

Los resultados que arrojan la salida de la estimación permiten inferir que durante el período 2009:2-2020:3, el PIB de la construcción (PIBC) y la Liquidez Monetaria medida por M_1 , generaron un efecto positivo, directo y significativo desde el punto de vista estadístico ($t > 2$). En términos de propensión marginal, por cada variación en una unidad del PIB de la construcción y la Liquidez Monetaria, la Oferta de Cemento se incrementó en 129,92 y 3,22 respectivamente. Al aplicar el análisis de las elasticidades, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 23. Elasticidad de la Oferta de Cemento con relación al PIB de la Construcción y Liquidez Monetaria (M_1).

Variable dependiente: OC_t	
Variables explicativas	Elasticidad (%)
$PIBC_t$	0,57
M_{1t}	0,09

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 23, muestra el valor de las elasticidades de la Oferta de Cemento (OC_t) con respecto al PIBC y a la Liquidez Monetaria (M_{1t}). La interpretación evidencia que por cada 1% de variación del Producto Interno Bruto de la Construcción (PIBC) y de la Liquidez Monetaria, la Oferta de Cemento varía en una forma menos que proporcional en 0,57% y 0,09% respectivamente, es decir, el efecto que produce la variable PIBC y M_{1t} sobre la Oferta de Cemento (DC_t), es inelástico.

En términos generales, tanto el $PIBC_t$ como M_{1t} DC explican en un 75% las variaciones que tuvo la Oferta de Cemento durante el período objeto de estudio.

5.1.5.6. Modelo Econométrico estimado con Cointegración

Tabla 24. Resultados Econométricos de la regresión cointegrante para la Demanda de Cemento en Colombia período 2009:2-2020:3

Date: 06/08/21 Time: 21:10 Sample (adjusted): 2009Q4 2020Q3 Included observations: 44 after adjustments Trend assumption: Linear deterministic trend Series: DC PIBC M1 Exogenous series: D09Q4 D10Q3 D10Q4 D11Q1 D11Q4 D12Q1 D13Q1 D... Warning: Critical values assume no exogenous series Lags interval (in first differences): 1 to 1				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.499251	48.16830	29.79707	0.0002
At most 1 *	0.315166	17.73571	15.49471	0.0226
At most 2	0.024208	1.078270	3.841466	0.2991
Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood		
Normalized cointegrating coefficients (standard...)				
DC	PIBC	M1		
1.000000	-81.49842 (26.2144)	-5.337227 (2.29134)		

Fuente: Elaboración Propia. Datos obtenidos de las estadísticas suministradas por el Banco de la República de Colombia.

La tabla 24 muestra los resultados de la regresión cointegrante del modelo de Demanda de Cemento en Colombia para el período 2009:2-2020:3. Por lo tanto, el modelo cointegrado quedaría expresado de la siguiente manera:

$$Dct = 81,49.PIBCt + 5,33.M1t + Ut \quad (4)$$

$$(3,11) \quad ** \quad (2,33) \quad **$$

$$R2 = 0,49$$

$$Residt = I(0)$$

El modelo de la Demanda de Cemento cointegrado muestra que todas las variables son altamente significativas (medida por el estadístico t) y mantienen los signos esperados según lo que esgrime la teoría económica. Las variables regresoras en su conjunto (PIBCt

y M_{1t}) explican en un 49% las variaciones de la Demanda de Cemento que tuvo Colombia durante el período 2009:2-2020:3. Además, con respecto a los residuos del vector cointegrante, éstos se hacen estacionarios en niveles I (0), lo cual permite descartar posibles problemas de autocorrelación y heterocedasticidad.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El propósito de este capítulo es recoger las aportaciones alcanzadas en esta investigación producto del análisis empírico que se ha efectuado. En este sentido, se presentan las conclusiones a las cuales se han llegado.

Con base en los resultados obtenidos de la presente investigación, el logro y cumplimiento del objetivo fijado, a través del contraste de hipótesis, permite derivar las siguientes conclusiones:

- a. Con respecto a la hipótesis general, se rechaza la hipótesis nula (H_0) que afirma que $B_i = 0$, es decir, que el Producto Interno Bruto de la Construcción no tiene ninguna relación con la Demanda y oferta de Cemento durante el período 2009:2-2020:3. En este sentido se acepta la hipótesis alternativa (H_1) que sostiene que $B_i > 0$, $0 < \epsilon < 1$, es decir, el Producto Interno Bruto de la Construcción tiene una relación positiva y significativa con la Demanda y oferta de Cemento, además la incidencia del PIB de la construcción sobre la demanda y oferta de cemento en el período objeto de estudio es inelástica. Esta conclusión se sostiene en los resultados obtenidos con la regresión de M.C.O. La misma arrojó que la elasticidad de la demanda y oferta de cemento con respecto al PIB de la construcción fue de 0,59 y 0,57 respectivamente. No cabe duda que el funcionamiento de la actividad económica de Colombia medida por el PIB consolidado y de construcción, tiene un impacto importante per inelástico en la Demanda y oferta de Cemento.
- b. Se acepta la hipótesis específica H_{0a} , la cual sostiene que la industria del cemento se encuentra inserta en una estructura de mercado oligopólica. El sector del

cemento en Colombia tiene poder de mercado, los productos son diferenciados y presentan grandes barreras de entrada.

- c. Se acepta la hipótesis específica H_{0b} que argumenta que la tendencia de la oferta y demanda de Cemento en Colombia es a decrecer debido al desmejoramiento del sector construcción. Efectivamente en la investigación se encontró que entre el 2009 y 2015, la producción y demanda tendió en promedio a crecer, no obstante, a partir del 2015 esa tendencia se revierte hacia una desaceleración. Se evidencia que en promedio entre el 2010-2020, el PIB de la construcción creció marginalmente en 0,7%, mientras que la demanda y oferta lo hicieron en 6,1% y 5,5% respectivamente. No obstante, a partir del 2015 hasta el 2020, la trayectoria de esas variables tiende a desmejorar, es decir, el PIB de la construcción crece negativamente en -3,3%, y por consiguiente, la Demanda y oferta de Cemento también lo siguen con -0,9% y -0,6% respectivamente. Lo que se infiere de esta relación de variables es que efectivamente, un factor neurálgico para explicar la desaceleración negativa de la Demanda y oferta de Cemento en Colombia es precisamente el desmejoramiento del sector construcción.
- d. Se acepta H_{0c} ya que, dentro de canal de distribución de cemento en Colombia, el mayor porcentaje está concentrado en la comercialización, concreteteras y empaques, durante el período 2009:2-2020:3. Efectivamente, entre el 2009 y 2020, de todos los despachos que se hicieron en promedio (10.358.824 Tn) de cemento en Colombia, el 55% lo adquirió comercialización, el 21% concentrado en las concreteteras, el 18% dirigido a los constructores y contratistas, y un 5% a otros. En forma global, el 76% de la demanda en Colombia es responsabilidad de las concreteteras y la comercialización. Del mismo modo, entre el 2009 y 2020, la

forma de presentación del cemento en empaque representó el 64% (7.563.874 Tn) y el 30% (3.314.468 Tn) restante se adquirió en forma de granel.

- e. Se acepta H_{0d} , ya que se infiere que el impacto que el PIB de la construcción tiene sobre la demanda y oferta de cemento es positiva, significativa e inelástica durante el período 2009:2-2020:3.

RECOMENDACIONES

Las empresas inscritas en el ramo del cemento deben enfrentarse cada vez más a los embates de la dinámica del entorno, con el fin de paliar cualquier cambio adverso en la dinámica económica colombiana. Por esta razón, se recomienda que el gobierno debe ajustar las estrategias, con base a un verdadero estudio del problema, buscando las soluciones que coadyuven a la sostenibilidad financiera de la industria del cemento.

Entendiendo que la demanda de cemento está correlacionada con factores exógenos a cada productor y el cemento es catalogado como un producto con baja diferenciación en el mercado, es de vital importancia que los productores valoren estrategias de diferenciación y posicionamiento del producto, así como capturar mayor tasa de mercado.

Acorde a los resultados que coadyuvaron a evidenciar la correlación que tiene el Producto Interno de Construcción (PIBC) y la Liquidez Monetaria (M1), con la demanda de cemento en un periodo de tiempo; esta investigación aportará a las organizaciones del sector a estimar escenarios de demanda futuros acorde a las políticas económicas venideras; por lo que recomendamos extender el alcance de la investigación para realizar forecast de demanda según escenarios económicos del sector y/o por departamentos

BIBLIOGRAFÍA

- ASOCEM: Asociación de Productores de Cemento (2019). Indicadores Internacionales de Cemento. Lima Perú.p.2
- Blanco, M. y Aznar, J. (2001). *Introducción a la Economía: Teoría y Práctica*. 3ª Edición, España.
- Brambila V. (2002). *Economía para la Toma de Decisiones*. Editorial Thomson.
- Cañón, A. (2008). *La Industria del Cemento en Colombia: Determinantes y Comportamiento de la Demanda (1996-2005)*. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas. Bogotá-Colombia.
- Cárdenas, J. y Parra, N. (2006). *Estudio sobre el comportamiento de la demanda del cemento en Colombia (1996-2006)*. Programa MBA Executive Promoción 2003-2005.
- Cárdenas, M., Mejía, C. y García, F. (2007). *La Industria del Cemento en Colombia*. Working Papers Series, N° 33.
- Castro, M. y Macías, H. (2017). *Cadenas de Valor y Sostenibilidad en Latinoamérica*. Publicaciones Empresariales de la UNAM, FCA Publishing. p.260.
- Correa, J., Ramirez, D., y Zuluaga, L. (2017). *El valor generado por el sector constructor en Colombia desde la perspectiva financiera y operativa*. En contexto. 5 (6), 211-232. Recuperado: <http://ojs.tdea.edu.co/index.php/encontexto/article/download/411/461/>
- DANE. (2018). *Cifras del PIB Nacional a precios corrientes del segundo trimestre del 2018*. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>

- DANE. (2018). *Estadísticas de cemento gris (ECG)*. Recuperado de:
<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/estadisticas-de-cemento-gris>
- DANE. (2018). *Indicadores alrededor de la construcción-Indicadores de demanda*. Tomado:
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/infografias/2-IEAC-infografia-indicadores-oferta.pdf
- DANE. (2018). *Indicadores alrededor de la construcción-Indicadores de oferta*. Recuperado de:
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/infografias/3-IEAC-infografia-indicadores-demanda.pdf
- DANE. (2018). *Metodología general diseño temático censo de edificaciones*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/construccion/DSO-CEED-MET-001-v8.pdf>
- DANE. (2018). *Metodología general estadísticas de cemento gris*. Recuperado de:
<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/construccion/DSO-ECG-MET-001v6.pdf>
- DANE. (2019). *Boletín técnico estadísticas de cemento gris, marzo*. Recuperado de:
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/cemento_gris/Bol_cemen_gris_jun19.pdf
- Dolado, J y Escrivá, J. (s/f). La demanda de dinero en España. Definiciones amplias de liquidez. Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/3443/demanda-dinero-liquidez.pdf>

- Flórez, M., y Cortes, A. (2015). *Perfil Logístico del Sector del Cemento en Colombia*. (Trabajo de Grado). Universidad del Rosario. Colombia.
- Guisán, M. (2002). Causalidad y cointegración en modelos econométricos: Aplicaciones a los países de la OCDE y limitaciones de los test de cointegración. Recuperado de <https://www.usc.gal/economet/aeeadepdf/aeead61.pdf>.
- Gujarati D. (2004). *Econometría*, 4ª edición. México: Mc Graw Hill
- Katz M., Rosen H. y Morgan W. (2006). *Microeconomía Intermedia*. 2ª Edición, España.
- Loo, J., Huamanchumo, J., Aurich, E., Cámac, A. y Acosta, S. (2017). *Análisis financiero comparativo de la industrias cementera en Colombia y Perú, caso: Argos y UNACEM*. (Tesis de Maestría). Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Maddala G. (1996). *Introducción a la Econometría*. 2ª Edición. México.
- Mankiw, G. (1998). *Principios de Economía*. McGraw Hill. 1ª edición.
- Mankiw, G. (2004). *Principios de Economía*. McGraw Hill. 3ª edición.
- Miller, R. y Blair, P. (2010). *Input-Output analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge. 2ed.
- Mochón, F. (1998). *Economía: principios y aplicaciones*. 2º edición.
- Mochón, F. (2000). *Economía: Teoría y Política*. 4ª edición. España.
- Mochón, F. y Larroaulet, C. (1995). *Economía*. España.
- Mora, J. (2019). *Análisis de la Oferta y la Demanda del Sector de la Construcción y su impacto sobre la rentabilidad de la industria del cemento en Colombia, período 2011-2018*.
- Nicholson, W. (2001). *Microeconomía Intermedia y sus Aplicaciones*. 8ª Edición, Colombia.

- Novales, A. (1993). *Econometría*. 2ª Edición. Barcelona-España.
- Oyeshola, F., y Shabbir, G. (2008). *An input-output analysis Thailand's construction sector*. *Construction Management and Economics*. 26 (1), 1227-1240. Recuperado el 27 de agosto de 2018, de Business Source Ultimate.
- Parkin, M., Esquivel, G. y Avalos, M. (2005). *Microeconomía: Versión para latinoamérica*. 7ª edición. México.
- Pindyck R. y Rubinfeld (2001). *Microeconomía*. 5ª Edición, España.
- Rossi, I. y Ferre, Z. (2000). *Estructuras de Mercados*. Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias sociales de la Universidad de la República.
- Skuflic, L., Mlinaric, D., & Druzic, M. (2018). *Determinants of construction sector profitability in Croatia*. *Ekonomski Fakultet* 36(1), 337-354. Doi: https://www.efri.uniri.hr/upload/Zbornik_1_2018_2verzija/14-Skuflic-Mlinaric-Druzic-2018-1.pdf
- Torres, D. (2014). *Comportamiento de la industria del cemento y su incidencia en el crecimiento económico colombiano*. Acceso abierto (tesis). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- Xing, W. y Zhihui, Z. (2005). *Input-output analysis of the Chinese construction sector*. *Management and Economics*. 23 (1), 905-912. Recuperado el 25 de agosto de 2018, de Business Source Ultimate.
- Zeidan, R., & Resende, M. (2009). *Measuring market conduct in the brazilian cement industry: A dynamic econometric investigation*. *Rev Ind Organ*. 34. 231-244. doi: 10.1007/s11151-009-9209-0