

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS Y CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN FINANCIERA (MGF)

ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y
SU IMPACTO SOBRE LA RENTABILIDAD EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO EN
COLOMBIA (2011-2018)

AUTOR

JONATHAN DAVID SALAMANCA MORA

DIRECTOR

Ph. D. CARLOS HERNAN FAJARDO TORO

BOGOTÁ D.C. 22 DE SEPTIEMBRE DE 2019

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2019

*No eres lo que haces sino lo que provocas,
Al amor de Dios que permanece para siempre*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien ha guiado mi vida, porque sé que su gran amor me ha acompañado siempre, fortaleciendo mi mundo interior y permitiéndome vivir experiencias únicas.

A mi esposa Silvia por su amor incondicional, paciencia y empatía en este proceso de crecimiento académico y profesional.

A mis padres y hermanas que me han motivado a crecer y desarrollarme, por ser piezas fundamentales en mi formación.

A Cemex por apoyar y decidir creer en mis sueños.

A mi director de tesis Dr. Carlos Hernan Fajardo quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

Al profesor William Zuluaga por sus consejos y apoyo durante la realización de la maestría.

A la Universidad EAN, por la cultura de emprendimiento transmitida a lo largo de la maestría.

RESUMEN

El sector de la construcción es un motor de la economía colombiana, el cual presenta influencias y efectos pull en industrias manufactureras como maquinaria y equipos, productos metálicos, materiales de construcción, industria química y productos minerales no metálicos entre los que se incluye el cemento. A partir del 2016, se ha evidenciado un fenómeno de decrecimiento para la construcción; el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE,2019) presenta en sus datos variaciones porcentuales trimestrales promedio de -1.5%; explicado principalmente por los retrasos de los cierres financieros de las vías de cuarta generación, la desaceleración de programas del gobierno que incentiven la construcción de vivienda.

En efecto, el sector cementero en Colombia es una de las principales industrias que ha sido impactada por el comportamiento de la construcción. En ese sentido, la presente investigación buscó definir la relación que tiene la construcción con la industria del cemento desde el punto de vista de la oferta y la demanda del sector y su impacto en la rentabilidad de la industria cementera durante el periodo comprendido entre los años 2011-2018. La investigación fue direccionada de forma cuantitativa bajo una investigación de tipo correlacional mediante modelos de regresión múltiple.

Se desarrollaron tres modelos que fueron validados bajo las pruebas de multicolinealidad, heteroscedasticidad, autocorrelación, validación de observaciones poco comunes y capacidad predictiva del modelo. El primer modelo presento como variable de salida las ventas a precios constantes de la industria y su relación con los indicadores de oferta y demanda; el segundo modelo fue elaborado con el objetivo de relacionar el margen bruto y las variables del sector de la construcción. Por último, se estructuró un modelo que relacionaba los despachos de cemento gris como salida frente a las variables independientes de la construcción.

Los principales resultados obtenidos muestran que la industria cementera está estrechamente relacionada con la construcción; de hecho su desempeño en cuanto a rentabilidad ha sido afectado principalmente por la producción de concreto premezclado, el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda y el área culminada de edificaciones. Adicional, se

estableció un tercer modelo que permite un análisis presupuestal en despachos de cemento gris considerando las estimaciones de factores de la construcción como: la producción de concreto premezclado, el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda y el área iniciada de edificaciones.

En consecuencia, estos resultados evidencian la importancia del sector de la construcción sobre la industria cementera del país, abriendo la discusión sobre las posiciones del gobierno central en temas como la financiación de vivienda Vis y No Vis, nuevos proyectos de infraestructura y la generación de confianza inversionista. De manera semejante, la industria cementera se deberá replantear nuevos esquemas de estructuración de proyectos, nuevos productos que generen valor para las necesidades y expectativas de los constructores y la optimización bajo modelos de eficiencia y excelencia operativa para volver a los márgenes brutos alcanzados en los años 2014.

Palabras Clave: Sector de la construcción, industria cementera, indicadores de oferta y demanda, rentabilidad.

ABSTRACT

The construction sector is an engine of the Colombian economy. This sector has influences and pull effects in manufacturing industries such as machinery and equipment, metal products, construction materials, chemical industry, and non-metallic mineral products, including cement. As of 2016, there has been a decreasing phenomenon for construction with average quarterly variations of -1.5% (DANE, 2019); mainly explained by the delays in the financial closures of the fourth-generation roads, the slowdown in government programs that encourage housing construction.

Indeed, the cement sector in Colombia is one of the main industries that has been impacted by the mentioned behavior of construction. In this sense, the present investigation sought to define the relationship that construction has with the cement industry from the point of view of supply and demand of the sector and its impact on the profitability of the cement industry during the period from 2011- 2018. The research was conducted quantitatively under a correlational investigation using multiple regression models.

Three models were developed that were validated under the tests of multicollinearity, heteroscedasticity, autocorrelation, validation of unusual observations and predictive capacity of the model. The first model presented as output variable sales at constant industry prices and its relationship with supply and demand indicators. A second model was developed to relate the gross margin and the variables of the construction sector mentioned. Finally, a model was structured that related the gray cement dispatches as an exit against the independent variables of the construction.

The main results show that the cement industry is closely related to construction. Its performance in terms of profitability has been mainly affected by the production of ready-mix concrete, the number of loans in the housing mortgage portfolio and the completed area of buildings. Also, a third model was established that allows a budget analysis in gray cement, the main variables are the production of ready-mix concrete, the number of credits of the housing mortgage portfolio and the area of buildings initiated.

Consequently, these results demonstrate the importance of the construction sector over the cement industry of the country, opening the discussion on the positions of the central government in topics such as housing financing, infrastructure projects and the generation of investor confidence. Similarly, the cement industry must replace new project structuring schemes, create a new products that generate value for the needs and expectations of builders. The optimization based of operational excellence models to return to the gross margins reached in 2014.

Keywords: Construction sector, cement industry, supply and demand indicators, profitability.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3.1. Contexto del problema.....	4
3.2. Planteamiento del problema-Pregunta de investigación.....	6
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
4.1. Objetivo General.....	7
4.2. Objetivos Específicos.....	7
5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	8
6. RELACIÓN DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA INDUSTRIA DEL CEMENTO	10
7. OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DURANTE EL PERIODO 2011-2018.....	13
7.1. Indicadores de oferta del sector de la construcción	14
7.1.1. Producción de Cemento Gris	14
7.1.2. Área censada-causada de edificaciones	16
7.1.3. Área licenciada de edificaciones.....	17
7.1.4. Área iniciada de edificaciones.....	18
7.1.5. Área culminada de edificaciones	20
7.2. Indicadores de demanda del sector de la construcción	22
7.2.1. Despachos de cemento gris.....	22
7.2.2. Producción de concreto premezclado	23
7.2.3. Número de créditos desembolsados para vivienda	24
7.2.4. Número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda	27
8. INDICADORES DE RENTABILIDAD DE LA INDUSTRIA CEMENTERA EN COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 2011-2018.....	29
8.1. Generalidades de los indicadores de rentabilidad de la industria cementera.....	30

8.2.	Ventas de la industria del cemento (Precios constantes)	32
8.3.	Margen bruto como indicador de rentabilidad operación manufacturera	33
9.	MODELOS ECONOMÉTRICOS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE.....	36
9.1.	Diseño Metodológico.....	36
9.2.	Método de selección de los modelos de regresión múltiple	37
9.2.1.	Micronumerosidad	37
9.2.2.	Matriz de correlación	38
9.2.3.	Regresión de los mejores subconjuntos	39
9.2.4.	Evaluación del grado de multicolinealidad.....	39
9.2.5.	Significancia estadística de los términos	40
9.2.6.	Evaluación de la idoneidad del modelo	41
9.2.7.	Predicción con los modelos de regresión.....	43
9.3.	Modelo 1 de Regresión múltiple: Ventas industria del cemento Vs. Indicadores del sector construcción (Oferta y Demanda)	44
9.4.	Modelo 2 de Regresión múltiple: Margen bruto industria del cemento Vs. Indicadores del sector construcción (Oferta y Demanda)	52
9.5.	Modelo 3 de regresión múltiple: despachos de cemento Vs. Indicadores sector de la construcción (Oferta y Demanda).....	61
9.6.	Resumen modelos de regresión múltiple Rentabilidad Vs. Indicadores sector construcción (Oferta y Demanda).....	69
10.	LOGRO DE OBJETIVOS	71
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
11.1.	Conclusiones	73
11.2.	Recomendaciones	76
	REFERENCIAS.....	77
	ANEXOS.....	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción variables modelo 1- Ventas Vs. indicadores de la construcción	44
Tabla 2. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 1	46
Tabla 3. Coeficientes iniciales modelo 1- Evaluación de Multicolinealidad.....	47
Tabla 4. Coeficientes depurados modelo 1-Validación de significancia estadística	48
Tabla 5. Coeficientes Modelo 1	48
Tabla 6. Resumen del Modelo 1	49
Tabla 7. Ajuste y diagnóstico para observaciones poco comunes del modelo 1	52
Tabla 8. Descripción variables modelo 2- Margen Bruto Vs. indicadores de la construcción...	53
Tabla 9. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 2.....	55
Tabla 10. Coeficientes iniciales modelo 2- Evaluación de Multicolinealidad.....	56
Tabla 11. Coeficientes del modelo 2.....	57
Tabla 12. Resumen del modelo 2.....	57
Tabla 13. Ajuste y diagnóstico para observaciones poco comunes del modelo 2	60
Tabla 14. Descripción variables modelo 3- Margen Bruto Vs. indicadores de la construcción. 61	
Tabla 15. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 3.....	63
Tabla 16. Coeficientes iniciales modelo 3- Evaluación de Multicolinealidad.....	64
Tabla 17. Coeficientes iniciales modelo 3	65
Tabla 18. Resumen del modelo 3.....	65
Tabla 19. Ajuste y diagnóstico para observaciones poco comunes del modelo 3	67
Tabla 20. Datos reales variables modelo 3 para validación de predicción del modelo 3	68
Tabla 21. Predicción del modelo despachos de cemento año 2019-I	69
Tabla 22. Resumen modelos de regresión múltiple	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento del sector de la construcción (Precios Constantes) frente al PIB Nacional 2005-2018.....	4
Figura 2. Comportamiento de la industria del cemento 2005-2018 (MMTM).....	5
Figura 3. Comportamiento producción cemento gris periodo 2011-2018.....	15
Figura 4. Comportamiento área censada de edificaciones periodo 2011-2018.....	17
Figura 5. Comportamiento área licenciada de edificaciones periodo 2011-2018.....	19
Figura 6. Comportamiento área iniciada de edificaciones periodo 2011-2018.....	20
Figura 7. Comparación área culminada de edificaciones Vs. Área iniciada de edificaciones	21
Figura 8. Comportamiento área culminada de edificaciones periodo 2011-2018.....	21
Figura 9. Comportamiento despachos de cemento gris periodo 2011-2018.....	23
Figura 10. Comportamiento producción de concreto premezclado periodo 2011-2018.....	25
Figura 11. Comportamiento del No de créditos desembolsados para vivienda periodo 2011-2018.....	26
Figura 12. Comportamiento No de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda periodo 2011-2018.....	28
Figura 13. Diagrama de Pareto industria de fabricación de cemento y hormigón Colombia.....	30
Figura 14. Evolución de márgenes industria cementera periodo 2014-2018.....	32
Figura 15. Evolución ROA y ROE industria cementera periodo 2014-2018.....	32
Figura 16. Ventas industria del cemento Colombia periodo 2011-2018.....	34
Figura 17. Margen bruto industria cementera Colombia- periodo 2011-2018.....	35
Figura 18. Ejemplos gráficos de correlaciones con $R=1$, $R=-1$ y $R=0$	38
Figura 19. Matriz de correlación (Ejemplo).....	39
Figura 20. Ejemplo de análisis gráfico de residuos.....	42
Figura 21. Reglas de decisión estadístico de Durbin-Watson.....	43
Figura 22. Gráfica de Matriz- Modelo 1 Regresión Múltiple.....	46
Figura 23. Gráfica de residuos para Y_1 - Modelo 1 regresión múltiple.....	50
Figura 24. Distribuciones ji cuadrada para 9 grados de libertad-prueba de White.....	51

Figura 25. Capacidad predictiva modelo 1	52
Figura 26. Gráfica de Matriz- Modelo 2 Regresión Múltiple.....	55
Figura 27. Gráfica de residuos para Y2- Modelo 2 regresión múltiple	59
Figura 28. Distribuciones ji cuadrada para 14 grados de libertad-prueba de White.....	59
Figura 29. Capacidad predictiva modelo 2	60
Figura 30. Gráfica de Matriz- Modelo 3 Regresión Múltiple.....	62
Figura 31. Gráfica de residuos para Y3- Modelo 3 regresión múltiple	66
Figura 32. Distribuciones ji cuadrada para 9 grados de libertad-prueba de White.....	67
Figura 33. Capacidad predictiva modelo 3	68

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción se ha caracterizado por su contribución directa a la economía, por una sensibilidad a las decisiones macroeconómicas y políticas de los países y su dinámica interna manifestada en estacionalidades. Para el caso colombiano, está compuesto por diferentes subsectores que contribuyen en los aportes de esta actividad al PIB. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística- DANE ha definido tres grandes grupos para la Construcción: (i) la construcción de edificaciones residenciales y no residenciales, (ii) la construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de obras de ingeniería civil y (iii) las actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil que incluye el alquiler de maquinaria y equipo de construcción con operadores (DANE, 2018).

Por otra parte, el DANE (2018) estableció indicadores que han permitido la medición en la oferta del sector de la construcción como: la producción de cemento gris, el área causada de construcción, el área licenciada de edificaciones, el área iniciada de edificaciones y el área culminada de edificaciones. Adicional, también definió indicadores de demanda como los despachos de cemento gris, la producción de concreto premezclado, el valor de los créditos desembolsados para vivienda, el número de créditos desembolsados para vivienda, el saldo de capital de la cartera hipotecaria de vivienda y el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda.

Según el DANE (2018) la construcción representó el 7% del Producto Interno Bruto del país para el año 2018; lo que muestra la importancia e influencia que puede tener en el comportamiento de otras industrias de la economía nacional. En cuanto a la industria del cemento, para el año 2018 se despacharon alrededor de 12 millones de toneladas de cemento de las cuales el 42% tenía como destino concreteras, constructores y contratistas del sector (DANE, 2019). En lo que respecta a la producción de concreto premezclado, en el 2018 se alcanzó 6.6 millones de m³ de concreto destinados para construcción de vivienda VIS y No VIS, obras civiles y edificaciones (DANE,2019).

En ese sentido, en Colombia, el sector de la construcción ha demostrado gran dinamismo en su participación en el PIB e influencia en industrias manufactureras durante las últimas dos décadas; sin embargo, los últimos años han puesto en el contexto nacional un escenario de decrecimiento el cual ha tenido efectos desfavorables para la industria cementera en un entorno cada vez más competitivo. En efecto, uno de los problemas que manifiesta esta industria es la determinación de la demanda futura producto del comportamiento del sector de la construcción y su impacto en la rentabilidad del negocio.

Dicho lo anterior, este trabajo se centrará en analizar la relación de los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción definidos por el DANE, con el impacto al desempeño financiero de la industria del cemento en términos de rentabilidad para el periodo 2011-2018 en Colombia, mediante un modelo causal de regresión.

La investigación está compuesta por once capítulos distribuidos en cuatro grandes secciones. La primera sección presenta la justificación y planteamiento del problema, los objetivos de investigación y la metodología de investigación. La segunda sección describe la influencia del sector de la construcción en la industria cementera y los indicadores del sector de la construcción en Colombia durante el periodo 2011-2018. La tercera sección plantea los indicadores que detallen la rentabilidad de la industria manufacturera del cemento durante el periodo de análisis. En la última sección se estimaron tres modelos econométricos de regresión múltiple que permitieron identificar la relación de las variables de oferta y demanda del sector de la construcción con los indicadores de desempeño de rentabilidad de la industria del cemento en Colombia; los cual servirán de base para la realización de estimaciones del sector. Por último, se definieron los logros de los objetivos planteados, las conclusiones de la investigación y recomendaciones para el sector cementero en Colombia.

2. JUSTIFICACIÓN

En diferentes países el sector de la construcción ha demostrado el potencial que tiene para dinamizar el crecimiento de la economía a través de programas que han impulsado la inversión extranjera para la ejecución de proyectos de infraestructura, vivienda e industria y comercio. La relación del sector con la economía también ha evidenciado efectos de la construcción sobre las industrias manufactureras en términos de sostenibilidad y rentabilidad de las organizaciones.

En ese sentido, Xing y Zihui (2005) han mencionado que la construcción tiene un efecto Pull en industrias como maquinaria y equipos, productos metálicos, materiales de construcción industria química y productos minerales no metálicos entre los que se incluye el cemento, esta aproximación permite establecer que los cambios en el comportamiento de la construcción afectaran en alguna proporción la industria cementera dependiendo de la economía analizada.

Para el caso de Colombia, el sector de la construcción ha demostrado su importancia en el PIB de la nación durante las últimas dos décadas. Sin embargo, los últimos años ha presentado una desaceleración la cual significó un impacto en los resultados de negocio de industrias como la del cemento. Con el objetivo de cuantificar y establecer el impacto de los movimientos del sector de la construcción sobre las industrias manufactureras, algunos autores han realizado análisis de entradas y salidas (matriz de productos e insumos) en mercados emergentes y países como Tailandia y China para determinar la influencia del sector en algunas industrias.

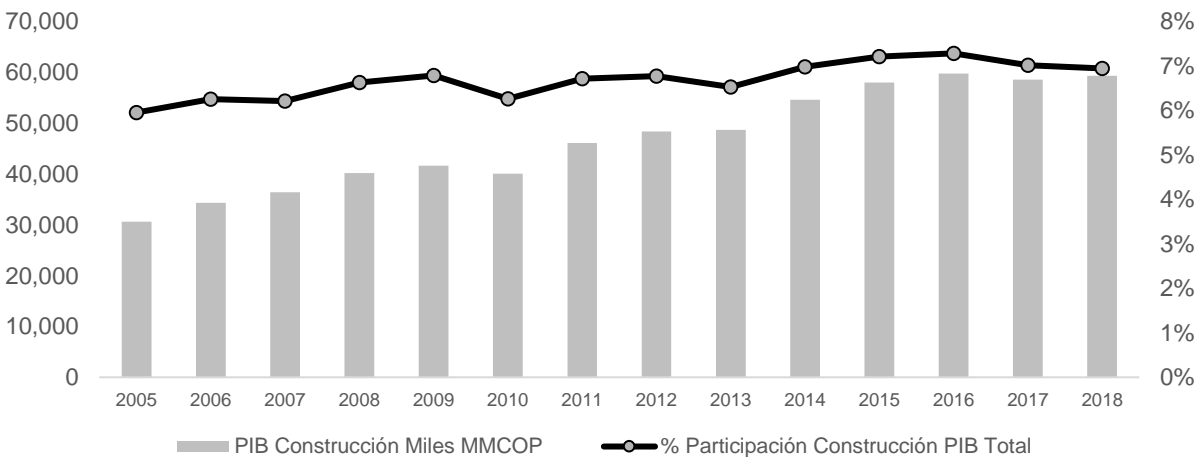
En Colombia, se ha analizado comparativamente la industria cementera con la de otros países, verificando el comportamiento de oferta y demanda, fijación de precios del cemento y consumo per cápita. Razón por la cual, la presente investigación se justifica en la necesidad de analizar las relaciones del sector de la construcción con la industria cementera desde el punto de vista financiero, sirviendo como una herramienta que permita la comprensión del contexto nacional y la toma de decisiones estratégicas. En efecto, el enfoque de la investigación buscará definir la relación que tiene la construcción con la industria del cemento desde el punto de vista de la oferta y la demanda del sector y su impacto en el desempeño de la rentabilidad de la industria cementera durante el periodo comprendido del 2011-2018 en Colombia, de modo que sirva de insumo para el pronóstico de la demanda del cemento en el país.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto del problema

En diferentes países, el sector de la construcción ha demostrado el potencial que tiene para dinamizar el crecimiento de la económica a través de programas que han impulsado la ejecución de proyectos de infraestructura y vivienda. En efecto, Gregori y Pietroforte (2015) afirman que en economías de países emergentes (BRIICS), las participaciones del sector en el PIB son cercanas al 8%; para el caso de India, se observa que la demanda creció en 9% durante el periodo de 1995 a 2005 y su participación en el Producto Interno Bruto paso de 6.9% a 11.2%. Para el caso de Colombia, el sector de la construcción ha participado en la dinámica de crecimiento y desarrollo de la economía del país durante las últimas dos décadas, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018) esta actividad representa el 7% del Producto Interno Bruto de la nación (figura 1).

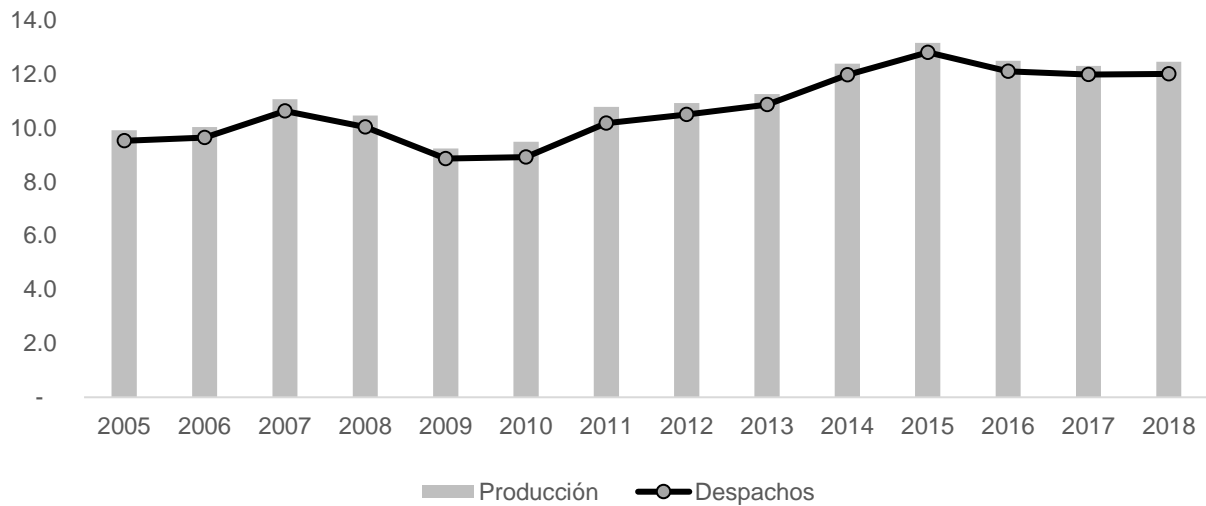
Figura 1. Comportamiento del sector de la construcción (Precios Constantes) frente al PIB Nacional 2005-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

Sin embargo, desde el 2016 se evidencia un fenómeno de decrecimiento para la construcción con variaciones porcentuales trimestrales promedio de -1.5% según cálculos propios de las bases de datos del DANE (DANE,2019). Esto Se explica principalmente por los retrasos de los cierres financieros de las vías de cuarta generación, la desaceleración de programas del gobierno que incentivaban la construcción de vivienda verbigracia “Mi Casa ya”, y la incertidumbre política y social, lo cual desestimuló la inversión para el sector de estudio.

Figura 2. Comportamiento de la industria del cemento 2005-2018 (MMTM)



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

En efecto, el sector cementero en Colombia es una de las principales industrias que ha sido impactada por el comportamiento de la construcción, la cual constituye un motor estratégico para esta actividad económica, ya sea por la oferta en cuanto a producción de cemento gris se refiere o la demanda por los despachos de este producto en el país.

Sectorial (2018) por su parte, indica que actualmente en Colombia este sector se caracteriza por ser un oligopolio con tres grandes líderes como Argos, Cemex y Holcim las cuales representan el 75% del mercado en volumen de cemento gris y siete jugadores independientes que cuentan con el 25% restante de la participación.

Dinero (2018) considera según estimaciones realizadas que la capacidad instalada en Colombia es de 20 millones de toneladas de cemento, por su parte el DANE (2019) publicó que la producción anual para el año 2018 fue de 12.4 millones de toneladas y despachos nacionales de 12 millones de toneladas para el mismo año (figura 2).

Por otro lado, la producción interna ha estado afectada por un déficit en la balanza comercial de este producto, que según cifras de la División de Estadística del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Organización de Naciones Unidas- Comtrade (2018) para el 2017 el país importó cerca de 2 millones de toneladas y exportó únicamente 47 mil toneladas lo cual impactó la dinámica interna de la industria cementera del país.

Todas estas observaciones explican de manera preliminar como el sector de la construcción desempeña un papel determinante en la industria cementera del país. En ese sentido, la presente investigación buscará definir la relación que tiene la construcción con la industria del cemento desde el punto de vista de la oferta y la demanda del sector y su impacto en el desempeño de la rentabilidad de la industria cementera durante el periodo comprendido del 2011-2018 en Colombia, de modo que sirva de insumo para el pronóstico de la demanda del cemento en el país.

3.2. Planteamiento del problema-Pregunta de investigación

¿Cuáles han sido los factores que han impactado la rentabilidad de la industria del cemento en Colombia relacionados con la oferta y la demanda del sector de la construcción en el periodo 2011-2018?

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Objetivo General

Analizar mediante un modelo causal de regresión el comportamiento del sector de la construcción y su impacto en la rentabilidad de la industria del cemento en Colombia durante el periodo de 2011-2018.

4.2. Objetivos Específicos

1. Describir la oferta y la demanda del sector de la construcción en Colombia durante el periodo 2011-2018.
2. Describir el comportamiento de los principales indicadores financieros de rentabilidad de la industria cementera en Colombia durante el periodo 2011-2018.
3. Establecer un modelo causal de regresión que describa la relación de las variables de oferta y demanda del sector de la construcción con los indicadores de desempeño de rentabilidad de la industria del cemento en Colombia durante el periodo 2011-2018.
4. Realizar estimaciones del comportamiento de los despachos de cemento gris tomando como base el modelo causal de regresión para la industria cementera de Colombia.

5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para alcanzar los objetivos de la investigación se ha propuesto un desarrollo cuantitativo y cualitativo de cada uno de ellos. El primer objetivo se conseguirá realizando el análisis de variaciones anuales de los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción y su desempeño de manera trimestral considerando factores exógenos que hubiesen podido afectar cada una de las variables; el cual servirá de insumo para los modelos del capítulo 9.

En cuanto al segundo objetivo, se plantea alcanzarlo por medio del análisis de variaciones anuales de los indicadores de rentabilidad de la industria del cemento tales como las ventas a precios constantes, los márgenes del negocio y los retornos sobre el patrimonio y activos; al igual que en el objetivo anterior el entregable servirá de base para la construcción de los modelos causales de regresión.

En lo que respecta al tercer objetivo, se plantea que para establecer los factores relacionados con la oferta y la demanda del sector de la construcción que han impactado la rentabilidad de la industria del cemento en el periodo 2011-2018, la investigación será direccionada de forma cuantitativa bajo una investigación de tipo correlacional mediante un modelo de regresión múltiple. En efecto, se tomará como base el modelo explicado por Pindyck y Rubinfeld (2001), el cual define la relación entre una variable de respuesta y_i que es explicada directamente por múltiples variables independientes xk_i . El modelo es expresado de la siguiente manera:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + u_i \quad (1)$$

Donde y_i es la variable de respuesta, xk_i son las variables explicativas del modelo, y u_i el componente de error que se distribuye de manera normal. Para la presente investigación las variables independientes serán los indicadores de medición de la oferta y la demanda definidos por el DANE tomados de manera trimestral para un total de 32 datos en el periodo de análisis 2011-2018. En cuanto a la oferta se definieron como factores la producción de cemento gris, el

área causada de construcción, el área licenciada de edificaciones, el área iniciada de edificaciones y el área culminada de edificaciones.

Con relación a la demanda se tomarán como variables independientes los despachos de cemento gris, la producción de concreto premezclado, el valor de los créditos desembolsados para vivienda, el número de créditos desembolsados para vivienda, el saldo de capital de la cartera hipotecaria de vivienda y el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda.

Las variables de entrada responden y se asocian a los determinantes de la construcción planteados por Cardenas y Bernal (1997) citado por Cardenas, Cadena y Quintero (2004, p.11) en cuanto a licencias de construcción, despachos de cemento y cartera hipotecaria total. Por otro lado, guardan relación con Janna y Muñoz (2004) citado por Cardenas, Cadena et al. (2004, p.11) que han mencionado que la actividad edificadora es un conjunto de interacciones entre los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción.

En cuanto a la variable de salida, el estudio tomará inicialmente las ventas a precios constantes del sector, luego se realizará una segunda corrida con el margen bruto como criterio de rentabilidad de la industria cementera, considerando las perspectivas propias del sector para los análisis y posteriores investigaciones.

Por otro lado, el cuarto objetivo se desarrollará teniendo en cuenta que las ventas de la industria cementera son el producto entre el precio unitario y las unidades vendidas. En ese sentido, se verificará la relación existente entre los despachos de cemento (unidades vendidas en toneladas) y los indicadores de oferta y demanda de la construcción definidas por el DANE, mediante un modelo de regresión múltiple que permita la estimación de ventas para ejercicios presupuestales propios de la industria.

Durante el desarrollo de los modelos de regresión múltiple mencionados se realizarán verificaciones en cuanto a colinealidad, heteroscedasticidad, autocorrelación y niveles de apalancamiento e influencia para observaciones poco comunes. Conviene subrayar que la construcción y análisis del modelo deberán satisfacer los criterios mencionados por Hendry y Richard (1983) citado por Gujarati y Porter (2010, p.468), estableciendo que el modelo debe: “ser adecuado para los datos, ser consistente con la teoría, tener regresoras exógenas débiles, mostrar consistencia en los parámetros, exhibir coherencia en los datos y ser inclusivo”.

6. RELACIÓN DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

Diferentes autores han buscado establecer los efectos y relaciones que tiene el sector de la construcción con las industrias de una economía. Miller y Blair (2010) han utilizado el modelo desarrollado por W.W. Leontif en 1936 denominado matriz Insumo Producto o Input-Output, el cual permite la interpretación de las interdependencias de los diversos sectores de la economía en una región y periodo establecido.

En ese sentido, la relación que el sector de la construcción tiene con la economía ha evidenciado efectos sobre las industrias manufactureras en términos de sostenibilidad y rentabilidad de las organizaciones. Xing y Zhihui (2005) manifiestan que la construcción tiene un efecto pull en industrias como maquinaria y equipos, productos metálicos, materiales de construcción, industria química y productos minerales no metálicos entre los que se incluye el cemento. Esta aproximación permite establecer que los cambios en el comportamiento de la construcción afectaran en alguna proporción la industria cementera dependiendo de la economía analizada.

En efecto, Oyeshola y Shabbir (2008) en Tailandia utilizaron el modelo de Insumo-Producto para el periodo comprendido entre 1995-2000, donde establecieron a través de coeficientes de producción las relaciones que existen entre el sector de la construcción y otros sectores de la economía tailandesa. Dentro de sus principales conclusiones se encuentra la alta dependencia de la construcción con la manufactura y los servicios; de hecho, sugieren que el sector puede precipitar el incremento de las actividades manufactureras y por lo tanto estimular el crecimiento económico de la nación. Adicional, por medio de los coeficientes de entrada directos establecieron un ranking de sectores en los que la construcción tiene efectos pull, es decir que pueden estimular la industria, de tal forma que el cemento y productos de cemento (concreto y prefabricados) ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente para los datos del modelo correspondientes al año 2000.

Para el caso de China utilizando la misma metodología en el año 2000 se encontró que los materiales de construcción ocuparon un tercer lugar en el ranking de industrias con efecto pull generado por el sector de estudio (Xing, et al., 2005). Al respecto, el DANE desarrolló estudios de relaciones de sectores bajo la metodología de la matriz de Insumo-Producto en el 2005 sin que existiese el detalle para la industria cementera.

Por otro lado, el sector cementero se ha caracterizado a nivel mundial por ser un ejemplo de oligopolio con un producto homogéneo que permite el análisis simple para describir la relación entre oferta y demanda; la industria ha sido analizada bajo diferentes visiones con el objetivo de determinar el comportamiento, la relación de precios, integraciones verticales de la industria y la cadena de valor.

Zeidan y Resende (2009) han implementado estudios del modelo NEIO por sus siglas en inglés (New Empirical Industrial Organization) en economías como Brasil donde se evidencia la fuerte relación que existe entre la capacidad instalada, la cantidad de jugadores en la industria y la influencia que tiene el mercado en las diferentes compañías. No obstante, en la India se ha dado un fenómeno contrario a lo expuesto por Zeidan y Resende; por ejemplo, se observa luego de los análisis de oferta y demanda que la industria del cemento tiene la capacidad para jalonar el crecimiento de la economía, las proyecciones establecen que para el 2025 la demanda doméstica será de 550 MTPA lo cual equivale a crecer en 2.5 veces la demanda actual (Prabhakar y Kumar, 2017).

Para el caso colombiano, Torres (2014) definió un modelo de regresión múltiple que evaluó la influencia de indicadores macroeconómicos en la producción de cemento durante el periodo de 1979 al 2008, encontrando una relación directamente proporcional a la demanda interna del producto y una influencia del cemento importado como resultado de una balanza comercial desfavorable que incentivó la demanda interna. En cuanto a la relación que tenía la industria cementera sobre la dinámica del PIB, se ha encontrado un efecto positivo por ser un sector intensivo en capital. No obstante, se puede ver afectado por ciclos económicos como los descritos en el contexto nacional de los últimos años.

En cuanto al desempeño financiero de la industria del cemento la investigación se centrará en la rentabilidad tomando como base los resultados para el periodo 2011-2018, la cual

según Chavez y Águeda (2005) citado por Correa, Ramirez y Zuluaga (2017, p.221) “es la herramienta más importante para evaluar el desempeño de una compañía y el uso eficiente de sus activos”.

Skuflic, Mlinaric y Druzic (2018) en su análisis del sector de la construcción en Croacia exponen que la rentabilidad de las industrias de cualquier sector económico puede ser de tipo global entre los que se destaca en primer lugar los ciclos del negocio, tratados de libre comercio y mejoras tecnológicas; en segundo lugar se encuentran los determinantes del país como el crecimiento de los sectores del PIB, sistemas de educación, mercados financieros y políticas fiscales y por último exponen determinantes de industria como los competidores, concentración, barreras de ingreso, tamaños de compañía e ingresos netos.

En cuanto al análisis de las compañías del sector de la construcción en Croacia durante el periodo 2003-2014, se estableció como variables de rentabilidad aceptadas para el modelo el EBITDA, el margen neto, el crecimiento de ventas, el tamaño de la industria, el costo de los materiales y el poder del mercado (Skuflic, et al., 2018). En este sentido será de investigación la medición y elección de variables que parametricen 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 conclusión, se ha observado que la construcción puede jalonar e impulsar el crecimiento o decrecimiento de las industrias pertenecientes al sector. Adicionalmente se ha demostrado que es un influenciador de industrias manufactureras, como la del cemento por medio de metodologías de tipo económico intersectoriales como la matriz de Insumo-Producto y el análisis de la Nueva Organización Industrial Empírica.

En ese sentido, la presente investigación se centrará en analizar cuáles de las variables de oferta y demanda del sector de la construcción definidas por el DANE, han tenido mayor impacto en el desempeño financiero de la industria del cemento en términos de rentabilidad para el periodo 2011-2018 en Colombia. El análisis se concentrará en obtener un modelo de regresión múltiple que relacione como variable dependiente la rentabilidad de la industria del cemento vista desde los indicadores financieros con variables independientes como los indicadores mencionados para el sector de la construcción.

7. OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DURANTE EL PERIODO 2011-2018

El sector de la construcción cumple un papel fundamental en la economía colombiana, debido a que es una fuente de generación de empleo, demanda insumos de otros sectores de la economía y otorga calidad de vida por medio de la construcción de viviendas e infraestructura (CAMACOL, 2019). En ese sentido, una característica especial del sector de la construcción, son las diversas relaciones que tiene con otros sectores de la economía, se trata de “encadenamientos hacia atrás demandando maquinarias, insumos, tierra, trabajo, y encadenamientos hacia adelante, mediante la oferta de bienes y servicios e ingresos, que irradian efectos multiplicadores diversos” (Manrique, 2007).

En Colombia, según Ríos y Olaya (2017), la producción de materiales de la construcción ha sido fluctuante, ubicándose en una leve menor participación en el PIB que los materiales de la biomasa y los combustibles fósiles. Para los años 90, el sector de la construcción fue uno de los más importantes en la economía de Colombia, esto como consecuencia de la apertura comercial y la liberalización financiera que causaron un crecimiento de la oferta monetaria y crediticia; las cuales generaron consecuencias sobre el aumento de los gastos de los hogares. Sin embargo, muchos de estos fenómenos fueron apalancados por capitales externos lo que causó una dependencia de la inversión extranjera y de los cambios internacionales.

En 1999 ocurrió la mayor crisis hipotecaria y financiera causada por la inflación de 1990-1995 y por tanto el alza de la cartera de la vivienda, afectando el ahorro de las familias y las empresas. Entre el año 2000 y 2011 la demanda de materiales para la fabricación de cemento aumentó en 190% respectivamente como consecuencia de la dinámica del sector de la construcción. (Rivera, Olaya y Ríos, 2017). A partir del 2011 y hasta el 2013 el sector sufrió un ciclo de contracción el cual fue rápidamente asumido por las políticas del gobierno de turno el cual aceleró un ciclo expansivo hasta el año 2016.

En los años 2017 y 2018 la construcción sufrió una desaceleración cercana al 2% frente al año 2016, ciclo que ha sido afectado principalmente por los escándalos de corrupción con

empresas contratistas, la confianza inversionista, la cancelación de algunos subsidios por parte del gobierno y la disponibilidad de recursos financieros. Todo ello ha repercutido en la generación de empleo, la cual se ha visto afectada de manera negativa; para el año 2016 la tasa de desempleo era cercana al 8.5% pasando a niveles de 9.7% en diciembre de 2018 (DANE, 2019).

Es importante resaltar que la construcción en Colombia se divide en dos grandes subsectores: (i) Las edificaciones y (ii) la Infraestructura. En el caso de la primera su actividad principal es la construcción de viviendas ya sean VIS o No VIS. Por otro lado, la infraestructura se destaca por la ejecución de las concesiones viales en el marco de las vías de tercera y cuarta generación.

En relación con la construcción, El DANE ha definido cinco indicadores de oferta y seis indicadores de demanda del sector de la construcción, los cuales serán presentados y analizados para el periodo 2011-2018 en las siguientes secciones.

7.1. Indicadores de oferta del sector de la construcción

Los indicadores de la oferta para el sector de la construcción en Colombia son; (i) producción de cemento gris; (ii) área licenciada de edificaciones; (iii) área causada; (iv) área iniciada de edificaciones y (v) área culminada de edificaciones.

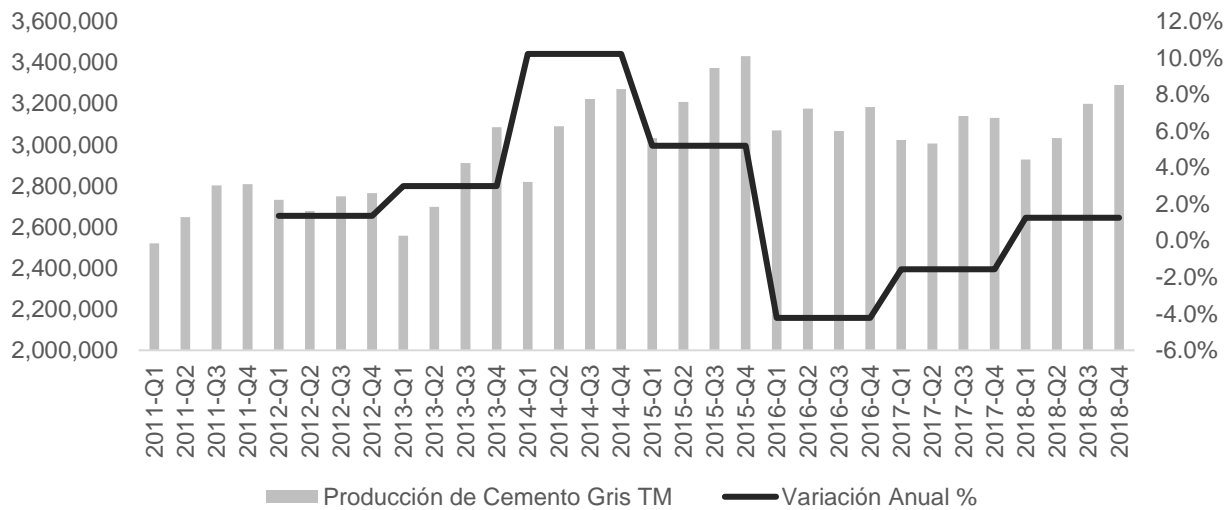
7.1.1. Producción de Cemento Gris

El indicador de producción de cemento gris, según el DANE (2018) establece la cantidad de toneladas métricas de cemento gris que se produce durante un periodo. Las estadísticas provienen de la información reportada por las empresas cementeras que tienen plantas en el país, por medio de formatos estandarizados, los cuales contienen información acerca de la producción nacional, ventas nacionales y al exterior, que se reportan al precio de costo. El análisis es descriptivo, y la información se presenta mediante variables trimestrales y anuales.

La figura 3 muestra el comportamiento de la producción de cemento gris durante el periodo de análisis, donde se evidencia que los periodos de mayor producción son los trimestres

dos y tres de cada año y las mayores caídas se presentan en los primeros trimestres. La producción de cemento gris presentó variaciones porcentuales anuales positivas hasta el 2015 con un máximo 10.2% en el año 2014. Posteriormente ha tenido un decrecimiento frente a periodos anteriores, mostrando una leve recuperación en los dos últimos años con crecimientos cercanos al 1%. Sin embargo, al comparar el año 2011 frente al año 2018 la producción ha experimentado un crecimiento del 15% con una producción anual para el 2018 de 12.4 MMTM (DANE, 2019).

Figura 3. Comportamiento producción cemento gris periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

Respecto a la producción de cemento gris, Ríos y Olaya (2017) explican la relación entre este ítem y la construcción, con un ejemplo ocurrido en 1999 donde como consecuencia de la crisis hipotecaria y de vivienda, el sector de la construcción entro en una etapa de estancamiento y como consecuencia la industria del cemento decreció, generando capacidades ociosas en las fábricas hasta llegar a una utilización del 57% de su capacidad instalada en el año 2005, en el cual la economía comenzó a recuperarse. Para el año 2012, el sector de la construcción tuvo crecimientos importantes, esto derivó en el incremento de la producción de cemento, obras iniciadas y obras culminadas, como consecuencia de la reactivación de los créditos hipotecarios

para viviendas nuevas y usadas y programas de vivienda para incentivar la compra (Ríos y Olaya, 2017).

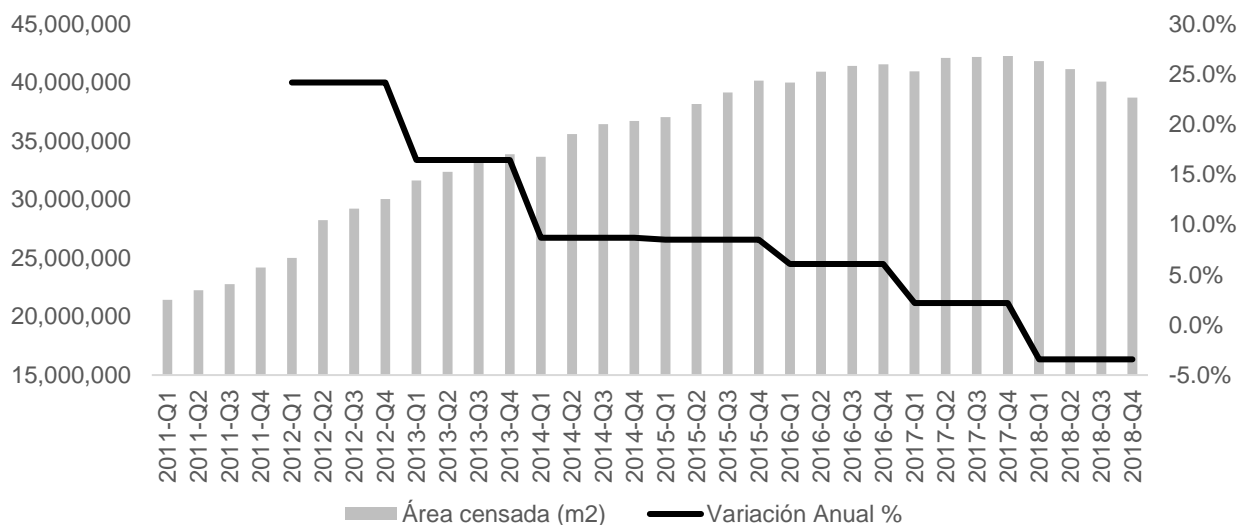
Lo anterior ratifica lo mencionado por Oyeshola y Shabbir (2008) para el caso colombiano, en donde el sector de la construcción incentivo en alguna proporción el incremento de las actividades manufactureras en la industria del cemento. En ese sentido, la industria cementera se encuentra dentro de los sectores que presentan un encadenamiento con la construcción; de hecho, una de las formas en que la Unidad de Planeación Minero-Energética de Colombia, estima la oferta y la demanda de materiales como el cemento, es con base en la proyección de la demanda de edificaciones residenciales, no residenciales y obras civiles. Esto podría ser explicado debido a que la mayor parte de la producción de cemento y concreto se emplea en la construcción de edificaciones (Ríos, Olaya y Rivera, 2017).

7.1.2. Área censada-causada de edificaciones

El área causada establece los metros cuadrados construidos en el periodo de referencia; esta medición se realiza con base en los resultados de las obras recolectadas en el censo de edificaciones y la aplicación de los coeficientes de incidencia en 16 áreas definidas con cincuenta y siete municipios, desagregados en doce áreas urbanas, tres metropolitanas y Cundinamarca. Adicional, hace parte de los componentes del valor de la producción del subsector edificador. En cuanto al área causada se presenta según capítulos constructivos que pueden ser; excavación y cimentación, estructura y cubierta, mampostería y pañetes, acabos nivel 1, acabados nivel 2 y acabados nivel 3; adicional se desagrega en área residencial y no residencial (DANE, 2019).

La figura 4, muestra el comportamiento del área censada de edificaciones, donde se evidencia un incremento en la actividad edificadora pasando de trimestres promedio de veintidós millones de m² causados en el año 2011 a cuarenta millones de m² en el año 2018; esto representa un crecimiento de aproximadamente el 75%. No obstante, los crecimientos año a año reflejan una desaceleración del sector de la construcción en sus diferentes fases, verbigracia un decrecimiento de -3.4% entre los años 2017 y 2018.

Figura 4. Comportamiento área censada de edificaciones periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

7.1.3. Área licenciada de edificaciones

De acuerdo con Díaz (2012), las licencias de construcción son un indicador adelantado del PIB de edificaciones. Esto debido a que posibilitan anticiparse al comportamiento del área de obras en proceso, la cual es la base para que el DANE, realice el PIB de edificaciones. Las licencias de construcción deben contener unos requisitos mínimos como técnicas del proyecto, planos topográficos del predio, planos de los proyectos urbanísticos, los cuales deben pasar por el control de la curaduría quien otorgara o no el respectivo permiso. Las licencias tienen una vigencia de 24 meses, prorrogables por otros 12 meses. Por lo cual, se puede deducir, que existen altas posibilidades que la construcción se realice dentro de los 2 o 3 años siguientes a la expedición de la licencia, con lo cual el área licenciada se convertirá en área de nuevas obras o en proceso.

Agregando a lo anterior, las licencias de construcción son un medio de control administrativo público, cuyo objeto es controlar el crecimiento de las ciudades, municipios y territorios y garantizar el cumplimiento de las normas de construcción. En este indicador se establecen los metros cuadrados aprobados conforme a las licencias de construcción. La

información se recolecta por medio de encuestas que diligencian las entidades encargadas de emitir las licencias de construcción, es decir, las curadurías urbanas o las oficinas de planeación. La cobertura geográfica son 302 municipios tanto área urbana, suburbana y rural. En este análisis la información se presenta clasificada, de la siguiente forma: licencias de construcción según el destino, vivienda de interés social o sin esta condición, unidades a construir según casa o apartamento, área y unidades de vivienda aprobadas por estrato socioeconómico (DANE, 2019). Posterior a la etapa de licenciamiento, las obras entran en procesos constructivos, respecto de los cuales el DANE realiza el censo de edificaciones, el cual presenta la siguiente información; obras en proceso, obras nuevas, obras inactivas, obras culminadas y área causada.

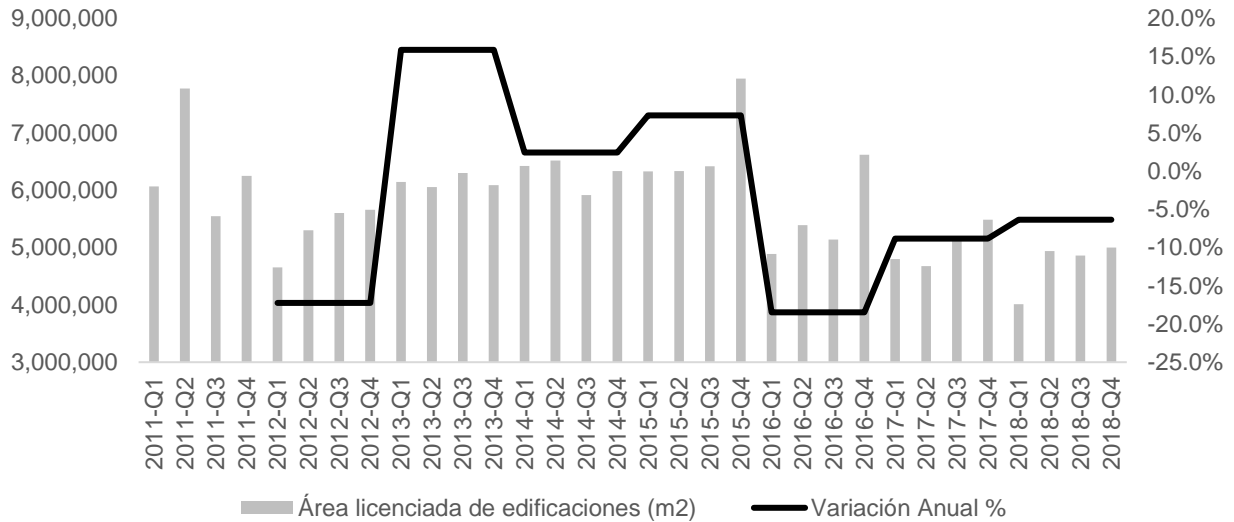
La figura 5, muestra el comportamiento del área licenciada de edificaciones para el periodo 2011 y 2018; durante los primeros tres años se refleja una dinámica de crecimiento en el otorgamiento de licencias, posteriormente para los siguientes años se refleja un ciclo de contracción en este indicador; CAMACOL (2008) señala como determinante natural y estadísticamente significativo la tasa de interés hipotecaria en las licencias de construcción, es decir, “Si la tasa de interés es incrementada en un punto porcentual -o cien puntos básicos-, las licencias de construcción presentan una reducción entre 1,1% y 1,3%”; en los años 2011 a 2012 la variación estuvo cercana a 2.25% generando los efectos mencionados en las licencias de construcción. Por otro lado, la variación anual entre los años 2011 y 2018 alcanzó un -26% reflejando las barreras existentes en el otorgamiento de nuevas licencias de construcción y la dinámica del sector.

7.1.4. Área iniciada de edificaciones.

El área iniciada de edificaciones corresponde a un indicador de la oferta para el sector de la construcción que es semejante a hablar de la variable obras nuevas. Este indicador mide el área iniciada en áreas metropolitanas y urbanas durante el periodo intercensal. La información se obtiene por medio de un formulario de obras nuevas, en donde se consigna la información general de la obra, la empresa constructora y destino. Adicional se presenta clasificada según destinos, variación, contribución trimestral, anual, año corrido y doce meses, y finalmente por las

principales ciudades en donde se realizan obras de construcción. Este indicador permite definir la coyuntura del sector en el área, unidades y la evolución de precios. (DANE, 2018).

Figura 5. Comportamiento área licenciada de edificaciones periodo 2011-2018

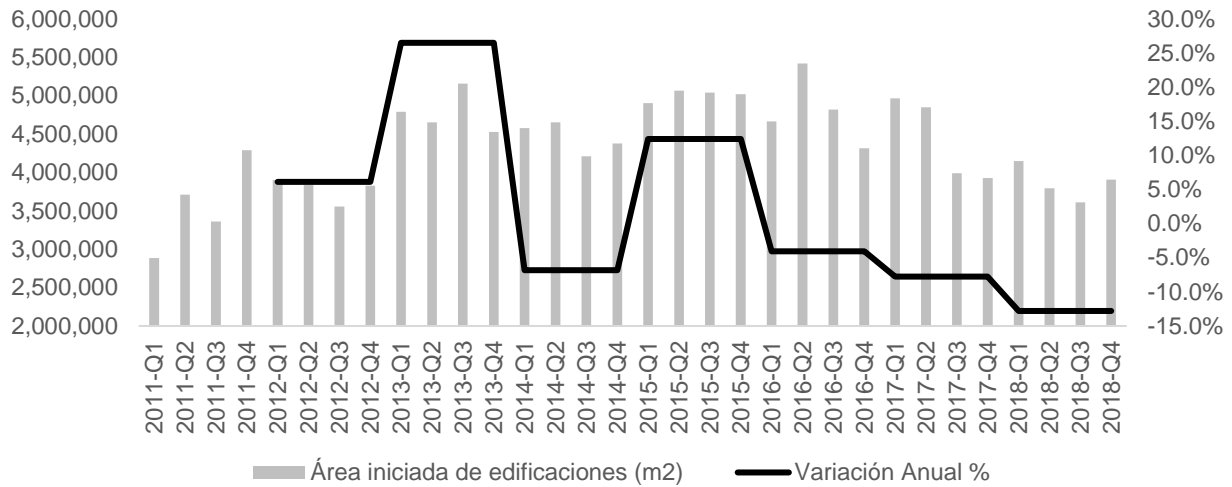


Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

La figura 6 muestra un decrecimiento del área iniciada de edificaciones con variaciones promedio de -6% año a año a partir del año 2015; no obstante, para el último año se observó un crecimiento de 8.5% en comparación con el año 2011 (año de referencia para el periodo de análisis). El área iniciada en promedio por trimestre esta alrededor de los 4.3 millones de m² durante el periodo de análisis, muy cercana al área culminada trimestral que se encuentra sobre los 4.1 millones de m².

Es importante resaltar que para el año 2017, el área iniciada de edificaciones se encontraba por debajo del área culminada de edificaciones en aproximadamente un millón de metros cuadrados como se muestra en la figura 7. Lo cual permite inferir que la oferta terminada de vivienda era mayor, generando un problema de inventarios para las compañías constructoras, las cuales generalmente bajo este fenómeno se ven obligadas a ralentizar su actividad constructora impactando el sector de la construcción y las industrias dependientes del mismo.

Figura 6. Comportamiento área iniciada de edificaciones periodo 2011-2018



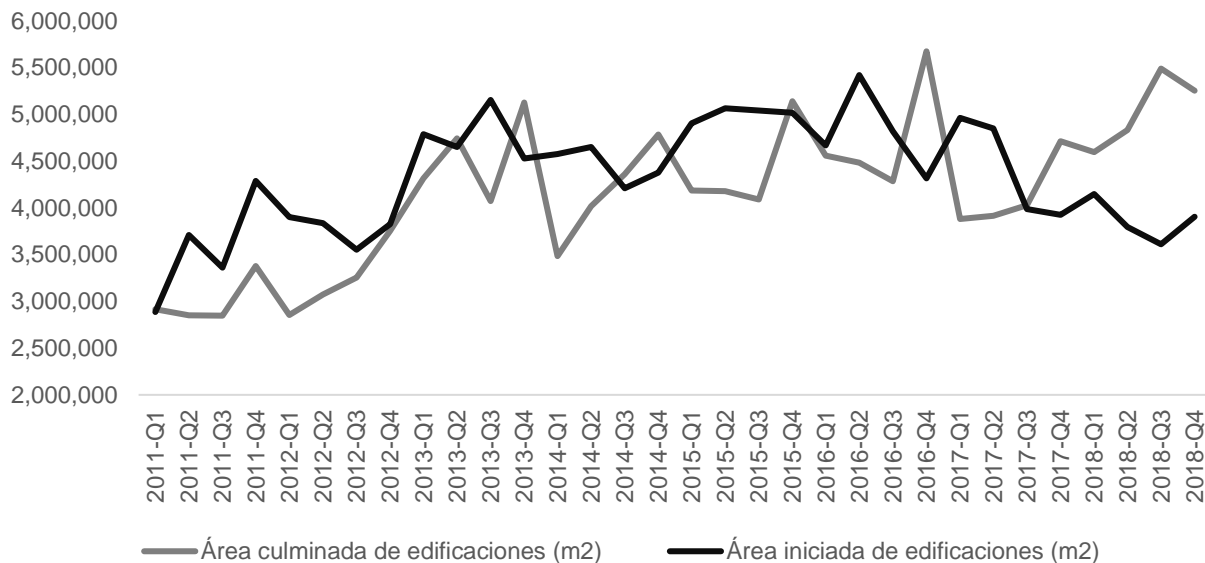
Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

7.1.5. Área culminada de edificaciones

El indicador área culminada de las edificaciones, corresponde a todas aquellas edificaciones a las que en censos pasados se les había realizado seguimiento y que culminan en el censo actual. Consiste en las áreas terminadas en zonas metropolitanas y urbanas, la información se presenta desagregada según destinos, variación trimestral, anual, año corrido, doce meses y en las principales ciudades que se presentan construcciones (DANE, 2018).

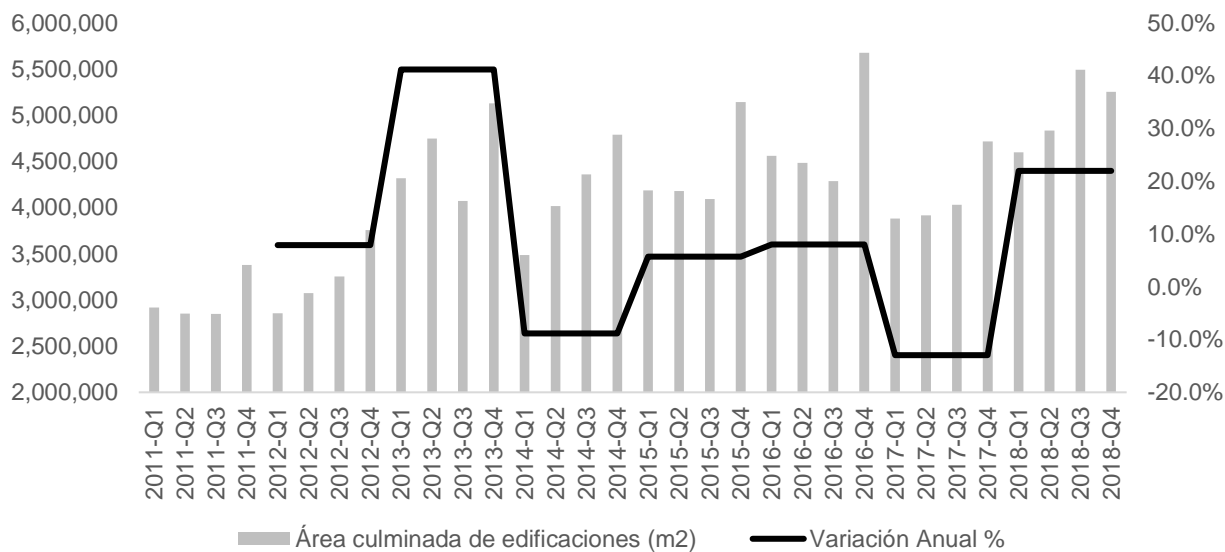
En la figura 8 se ilustra el comportamiento del área culminada de edificaciones; para los años 2013, 2015 y 2018 se observa un incremento producto de las finalizaciones de aquellas obras que arrancaron periodos anteriores. Este indicador ha tenido un crecimiento del 68% entre el año 2011 y 2018, razón que pudiera explicar la dinámica de la actividad constructora; es decir, mayor oferta disponible para los segmentos VIS y No VIS, mayores indicadores de rotación en proyectos para las constructoras e incremento en el número de inmuebles en venta o arriendo.

Figura 7. Comparación área culminada de edificaciones Vs. Área iniciada de edificaciones



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

Figura 8. Comportamiento área culminada de edificaciones periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

7.2. Indicadores de demanda del sector de la construcción

Los indicadores de demanda para el sector de la construcción son: (i) Despachos de cemento gris; (ii) concreto premezclado; (iii) valor de los créditos desembolsados para vivienda. (iv) número de créditos desembolsados para vivienda. (v) saldo de capital de la cartera hipotecaria de la vivienda. (vi) número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda. No obstante, la presente investigación excluirá los indicadores (iii) y (v) en los modelos de regresión del capítulo 8 con el objetivo de simplificar el análisis.

7.2.1. Despachos de cemento gris

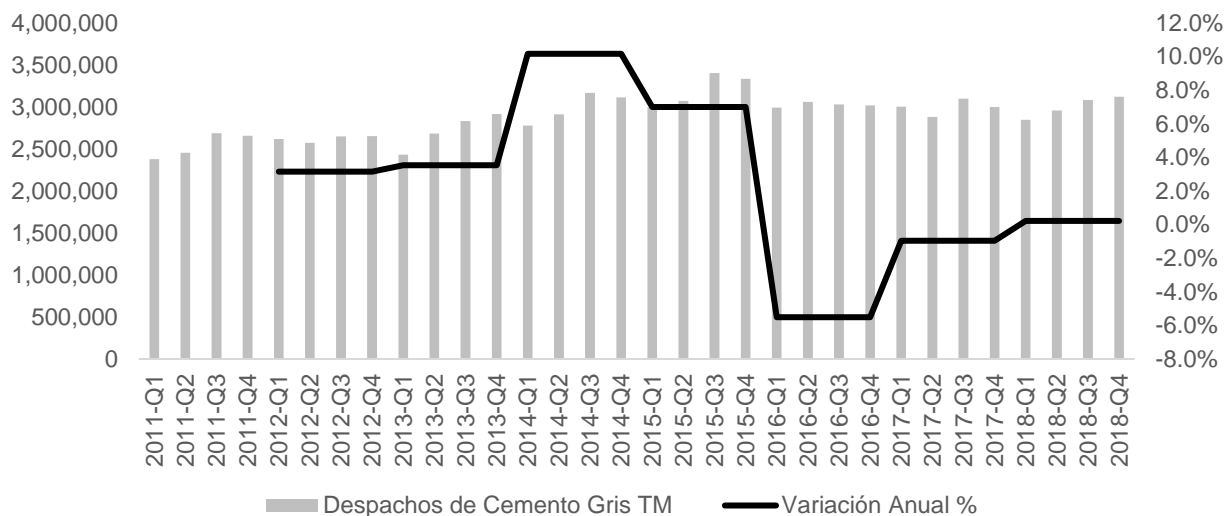
De acuerdo con el DANE (2019) la metodología utilizada para reproducir esta información es la siguiente: Las estadísticas surgen de un censo que se realiza a todas las empresas cementeras del país – auto diligenciamiento por parte de la fuente-, los datos corresponden a la cantidad de cemento gris que es distribuido en el país durante el periodo en estudio, no incluye exportaciones ni importaciones. Los despachos se dividen por tipo de empaque, es decir, el proceso de empaquetado y distribución, que puede ser a granel o empacado; y canales de distribución, que se refiere al segmento al que es despachado el cemento, el cual se divide en: concreteras, comercialización, constructores y contratistas, prefabricados, fibrocemento y otros. Compuesto por despachos al gobierno, donaciones, consumo interno de la empresa y ventas a empleados.

Respecto al destino de los despachos, se presenta por departamento, el área de Bogotá – incluye Soacha, Funza, Chía y Mosquera-. El grupo denominado Resto, comprende los departamentos de Amazonas, Arauca, Caquetá, Chocó, Guainía, Guaviare, Guajira, Putumayo, Quindío, San Andrés, Sucre, Vaupés y Vichada (DANE, 2019). La figura 9 muestra el comportamiento de los despachos de cemento, donde se evidencia que la mayor cantidad de toneladas despachadas se da en el tercer trimestre muy relacionada con la producción expuesta en la anterior sección.

Los despachos de cemento gris presentaron variaciones porcentuales anuales positivas hasta el 2015 con un máximo 10.2% en el año 2014. Posteriormente sufrió el mismo ciclo de

decrecimiento que la producción de este material; no obstante, se observa una recuperación en los últimos años. Pese a este comportamiento los despachos de cemento han crecido un 18% durante el periodo de análisis 2011-2018 con despachos anuales para el 2018 de 12 MMTM (DANE, 2019).

Figura 9. Comportamiento despachos de cemento gris periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

7.2.2. Producción de concreto premezclado

La producción de concreto premezclado forma parte del grupo de los indicadores de demanda para el sector de la construcción definidos por el DANE. El concreto, es una mezcla homogénea entre cemento, agregados y aditivos que constituye uno de los principales elementos en las construcciones y obras civiles, debido a sus propiedades, elevado grado de durabilidad y resistencia. El análisis estadístico realizado por el DANE (2017) está estructurado de la siguiente forma: El estudio consiste en el seguimiento a la producción de metros cúbicos de concreto premezclado en el país, por las empresas concreteras que reciben más de 5.000 toneladas de cemento por el canal concreteras en un año, con esta población se realiza un muestreo determinístico. El análisis se divide según la producción de metros cúbicos en los departamentos

(dentro de Bogotá se incluye; Soacha, Funza, Chía y Mosquera) y los destinos del concreto, con el objetivo de identificar cada uno de los sectores de la construcción, entre los que se destacan destinos como; vivienda, obras civiles, edificaciones y otros destinos.

En lo que respecta al destino de edificaciones, este se trata de una construcción independiente, ya que tiene acceso directo desde la vía pública y separada, porque tiene paredes que la dividen y está compuesta por uno o más espacios en su interior. Por otro lado, obras civiles, son el mantenimiento o la construcción de infraestructura con el objetivo de generar beneficios para la sociedad. Para el caso del destino de vivienda, este se define como el espacio diseñado para ser habitado por una o más personas. Por último, la variable denominada otros, que se refiere al concreto premezclado al que no es posible identificar su destino, como el vendido a mayoristas, intermediarios y comercializadores. (DANE, 2017).

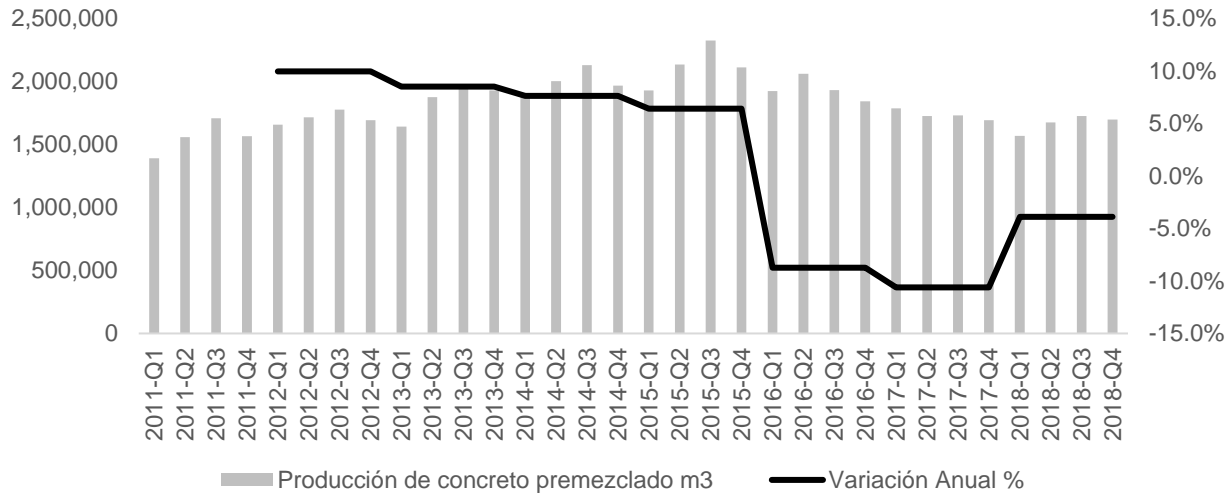
La figura 10 muestra el comportamiento de la producción de concreto premezclado en el periodo de análisis de 2011-2018; la producción trimestral promedio se ubica en 1.8 millones de m³ con crecimientos superiores al 5% durante los primeros cinco años, para el año 2016 las caídas también fueron superiores al -5% con un máximo de -10.6 %. Este fenómeno es explicado por el decrecimiento de oferta en cuanto a iniciaciones de proyectos, siendo el concreto un producto que se usa en el inicio e intermedio de las obras de construcción. Los m³ producidos de concreto crecieron un 7.2% entre 2011 y 2018, muy por debajo del crecimiento de la producción y despachos de cemento como producto relacionado de la industria cementera los cuales alcanzaron variaciones en el periodo de 15% y 18% respectivamente.

7.2.3. Número de créditos desembolsados para vivienda

Urrutia y Namen (2012) manifiestan que, “una de las necesidades básicas de la población es la vivienda, y los gastos en este rubro son, en general, 25% o más del presupuesto familiar”, razón por la cual el crédito hipotecario es un mecanismo de financiamiento válido el cual se ha transformado gracias a la intervención del gobierno, el cual cumple con objetivos tales como la intervención estatal para suplir el déficit de vivienda en el corto y largo plazo e incentivar el sector de la construcción como motor de la economía del país. En ese sentido, los indicadores

relacionados con el crédito hipotecario manifiestan el comportamiento del consumo y ahorro de los hogares y su impacto en el sector de estudio.

Figura 10. Comportamiento producción de concreto premezclado periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

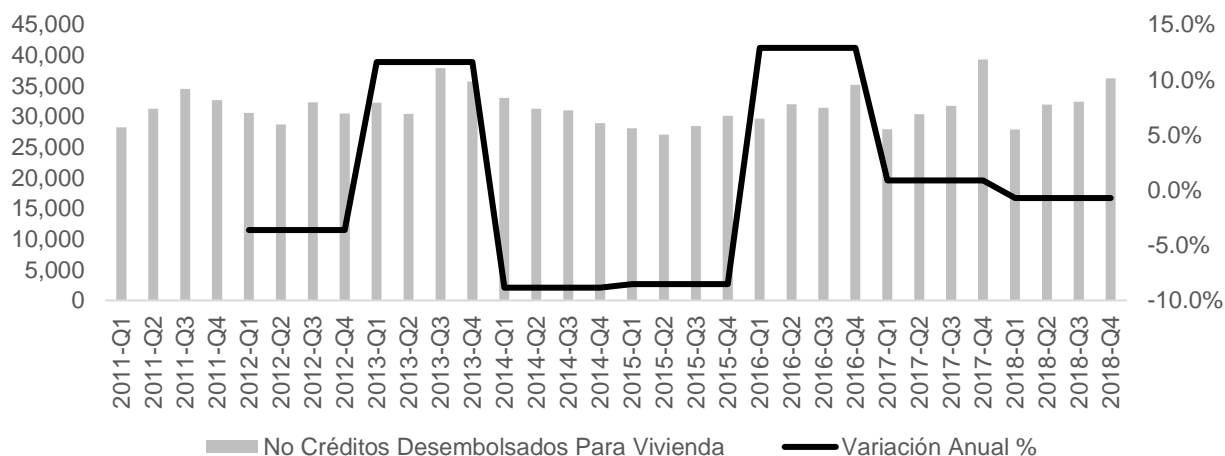
Respecto al mercado de vivienda, desde el año 2017, hasta el primer trimestre del 2019 ha presentado signos de desaceleración. En consecuencia, los nuevos lanzamientos y la venta de vivienda nueva presentan tendencias a la baja, por lo cual el sector se encuentra a la espera de un ciclo de recuperación apalancado por nuevas políticas. Los últimos 12 meses hasta marzo de 2019, las ventas se redujeron en 1,9% frente al mismo periodo en el 2018, reafirmando este indicador los lanzamientos se redujeron en un 12.6% anual (CAMACOL, 2019).

Ahora bien, de acuerdo con CAMACOL (2018), el mercado de vivienda y el mercado financiero, están ligados por cuanto tanto los constructores como los compradores tienen necesidad de apalancamiento financiero de largo plazo. La deuda hipotecaria es una herramienta fundamental para generar acceso a la vivienda, teniendo en cuenta que la mayoría de las familias necesitan de crédito para lograr este objetivo, por lo tanto, al establecer barreras profundas de acceso al crédito, la demanda baja. Lo anterior, explica el hecho de que la dinámica de financiación de vivienda se haya visto impulsada, aunque aún tiene bastantes rezagos en

comparación con otros países, por los subsidios para la cuota inicial de vivienda de interés social, junto con tasas de interés hipotecaria que tienen tendencias a la baja. En consecuencia, varios de los indicadores del sector de la construcción están relacionados con los créditos y cartera hipotecaria para vivienda.

Los créditos desembolsados para vivienda hacen parte de los indicadores del sector de la construcción, que consiste en el número y “el valor de los créditos individuales desembolsados para la compra de la vivienda nueva y usada expresada en millones de pesos corrientes, por parte de las entidades que otorgan créditos hipotecarios de vivienda” (DANE, 2019). La metodología utilizada es un muestro determinístico en el cual se analizan las variables; valor y número de créditos desembolsados en pesos corrientes, precio constante del periodo analizado, desembolsos a constructores, individuales o créditos directos y subrogaciones de créditos individuales. La cobertura del análisis está integrada por el Fondo Nacional del Ahorro, cajas y fondos de vivienda y banca hipotecaria a nivel nacional, departamental y por capitales. El estudio se presenta desagregado en créditos para vivienda nueva y usada. Y créditos para vivienda de interés social y vivienda sin esta calificación (DANE, 2019). La presente investigación tomará como variable únicamente la cantidad de créditos como un referente de unidades residenciales adquiridas por este medio.

Figura 11. Comportamiento del No de créditos desembolsados para vivienda periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

La figura 11, muestra un primer periodo de decrecimiento entre el año 2014 y 2015 donde los créditos desembolsados pasaron de un promedio de 130.000 a 117.000 créditos anuales, explicados principalmente por el comportamiento de la economía nacional y el incremento en las tasas de interés. Por otro lado, el anuncio del del Plan de Impulso para la Productividad y el Empleo (PIPE) en el 2016 incentivo la adquisición de vivienda generando una variación anual de 12.9%, no obstante, como lo menciona Asobancaria (2016) la capacidad de compra de vivienda de los hogares fue afectada por el incremento en las tasas de interés de colocación y el costo de fondeo de largo plazo lo cual trajo como consecuencias una ralentización de los créditos hipotecarios con variaciones anuales en los años entre 0% y 1%. En ese sentido, el crecimiento en el periodo de 2011-2018 fue de tan solo 1.4%.

7.2.4. Número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda

Respecto, al saldo de capital de la cartera hipotecaria de la vivienda y al número de créditos hipotecarios de vivienda, el análisis se realiza por medio de una encuesta de auto diligenciamiento que llenan las entidades que otorgan créditos hipotecarios de vivienda. Las variables que se estudian son; el número de créditos hipotecarios de vivienda de las entidades que la financian en el país, el saldo de capital total y capital de una o más cuotas vencidas expresadas en millones de pesos corrientes.

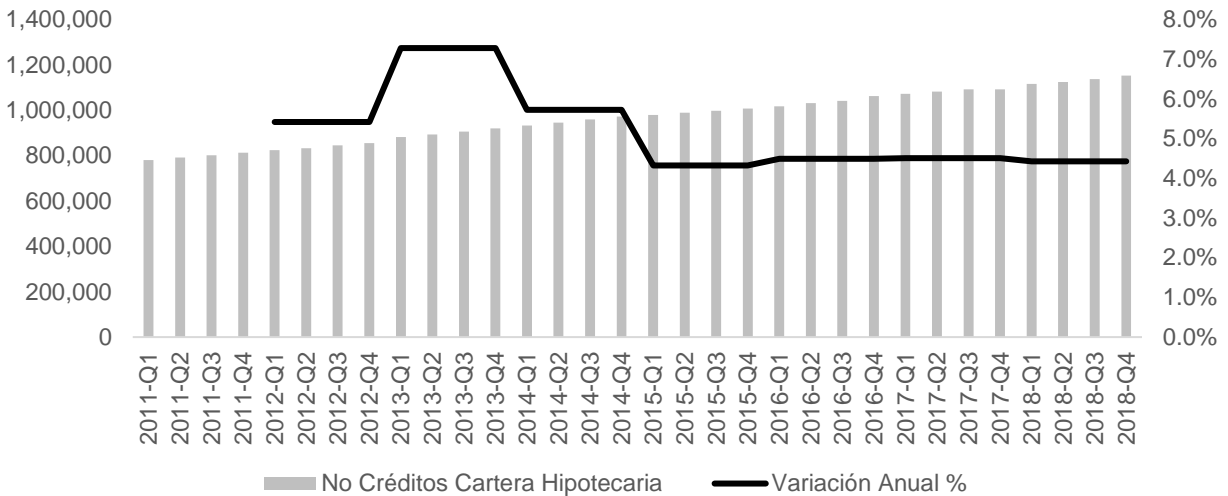
En el análisis se realizan las siguientes desagregaciones; vivienda de interés social y sin esta condición. Respecto a la cobertura geográfica, los departamentos analizados son; Amazonas, Antioquia, Arauca, Atlántico, Bogotá, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Chocó, Guainía, Guaviare, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Putumayo, Risaralda, San Andrés, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca, Vaupés y Vichada.

La presente investigación tomará para los análisis de esta sección y en los modelos de regresión lineal del capítulo 8 únicamente el número de créditos hipotecarios de vivienda, que como se muestra en la figura 12 vienen creciendo en 5.2% anual, producto de la acumulación de

los créditos desembolsados para vivienda en el periodo de análisis y los plazos extendidos que tienen este tipo de créditos.

El comportamiento de este indicador ratifica el hecho que el sistema financiero abastece entre el 50% y 60% de la demanda formal de vivienda (Asobancaria, 2016); considerándose como un elemento central de la política habitacional del gobierno colombiano en los últimos años, en los cuales a través de subsidios en la tasa de interés en los créditos hipotecarios ha incentivado la compra de vivienda y fomentado el sector de la construcción.

Figura 12. Comportamiento No de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos DANE)

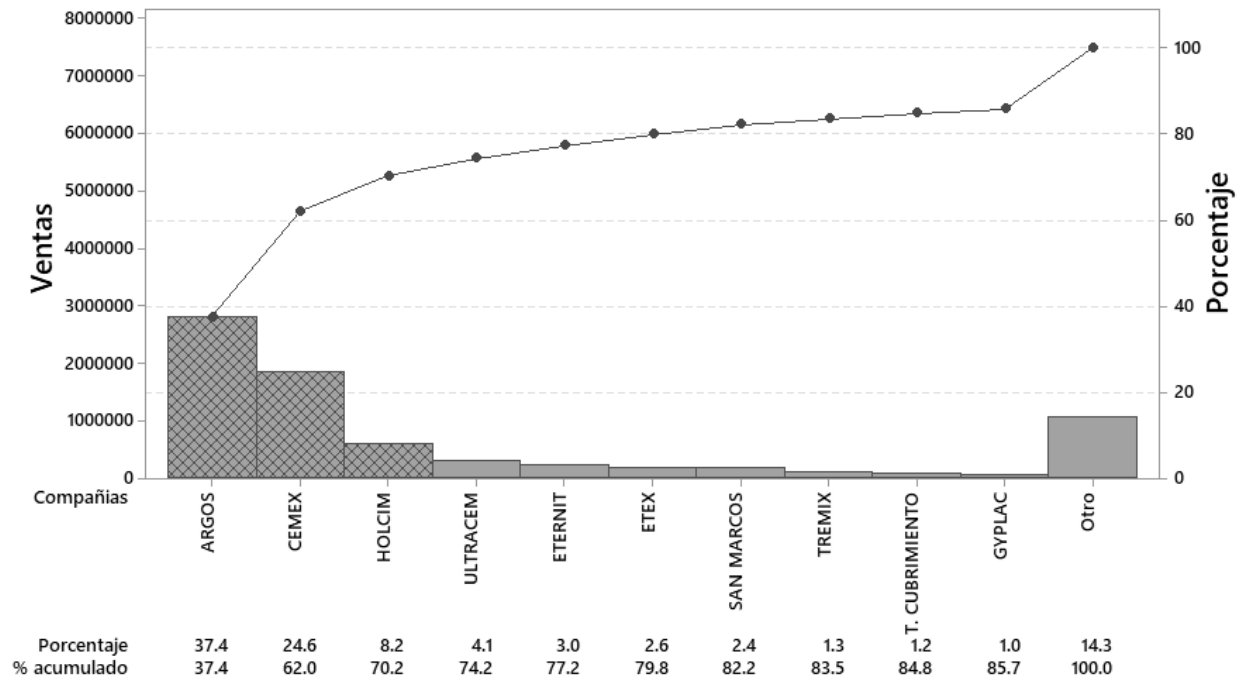
8. INDICADORES DE RENTABILIDAD DE LA INDUSTRIA CEMENTERA EN COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 2011-2018

La industria cementera en Colombia se ha caracterizado por impulsar el desarrollo y crecimiento del país; de acuerdo con Torres (2017) presenta una estructura de tipo oligopolio, la cual es explicada según Castaño, Acevedo, Madrid y Soto (2016) por “las barreras impuestas por el gobierno central para evitar la incursión de nuevas empresas competidoras, también las barreras de tipo natural y geográficas”.

La industria cuenta con una participación importante en el sector de la construcción en Colombia, siendo uno de los sectores con mayor importancia en el producto interno bruto del país. La industria de fabricación de cemento y concreto (referencia EMIS 3273) está compuesta por 136 jugadores en Colombia, no obstante el 70% de las ventas se concentran en tres grandes compañías las cuales presentan integración vertical en sus diferentes unidades de negocio; Cementos Argos compañía perteneciente al grupo Argos con una participación del 37.4% en ventas durante el 2018, Cemex Colombia multinacional mexicana la cual cuenta con una participación del 24.6% en ventas en el año 2018 y por último Holcim perteneciente al grupo Lafarge-Holcim con una participación del 8.2% (Ver figura 13).

En relación con el análisis de rentabilidad realizado al sector cementero, este se centrará en la evolución de los siguientes indicadores: las ventas del sector a precios constantes (Y_1) y el margen bruto (Y_2) con frecuencias trimestrales, aislando el efecto de manejos contables como el pago de la sanción a la Superintendencia de Industria y Comercio en el año 2017 (SIC,2017). Los indicadores mencionados serán las variables de salida que se tomarán para los modelos de regresión múltiple del capítulo 8. No obstante, la siguiente sección presentará algunas generalidades del sector por medio de indicadores complementarios de rentabilidad como: el margen operativo, el margen neto, la rentabilidad sobre los activos (ROA; por sus siglas en inglés) y la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE; por sus siglas), salvo que la frecuencia será tomada de manera anual.

Figura 13. Diagrama de Pareto industria de fabricación de cemento y hormigón Colombia



Fuente: Elaboración propia (Datos EMIS)

8.1. Generalidades de los indicadores de rentabilidad de la industria cementera

La industria cementera se caracteriza por ser un sector manufacturero y de transformación de materias primas; en ese sentido la rentabilidad del negocio puede entenderse desde sus distintas fases operativas. Dicho lo anterior, Gitman y Zutter (2012, p. 74) declaran que el margen bruto manifiesta la rentabilidad de una compañía en la primera fase y lo definen como “el porcentaje que queda de cada dólar de ventas después de que la empresa pagó sus bienes” expresado como

$$\text{Margen Bruto} = \frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas}} \quad (2)$$

En cuanto al margen operativo Gitman et al. (2012, p.75) manifiestan que “mide el porcentaje que queda de cada dólar de ventas después de que se dedujeron todos los costos y

gastos, excluyendo los intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes”. Este indicador se expresa como:

$$\text{Margen Operativo} = \frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Ventas}} \quad (3)$$

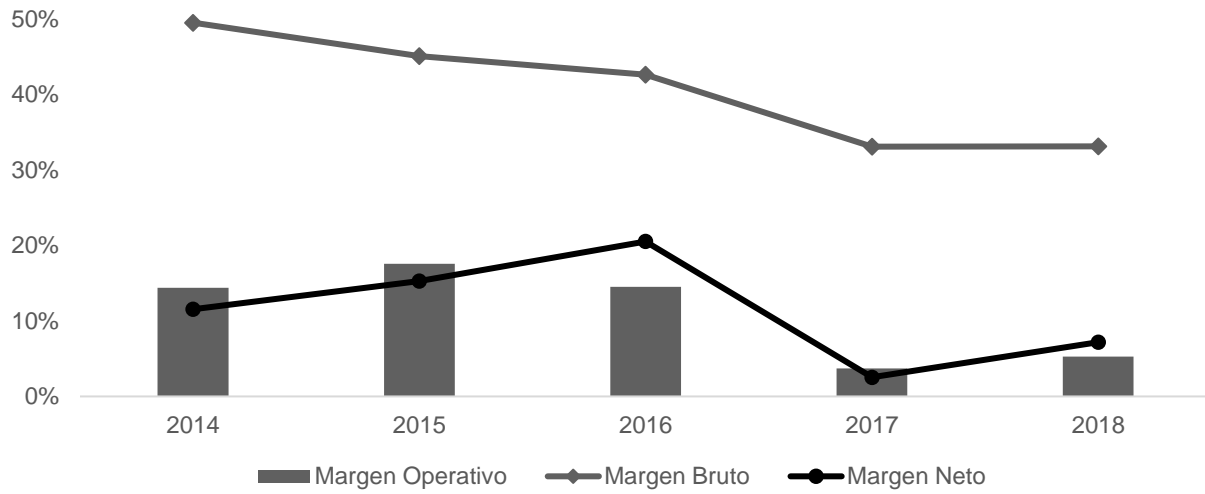
De manera similar Gitman et al. (2012, p.75) definen el margen neto “como el porcentaje de cada dólar de ventas después de que se dedujeron todos los costos y gastos, incluyendo intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes”, este indicador se mide como:

$$\text{Margen Neto} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas}} \quad (4)$$

La figura 14, muestra la evolución de los márgenes para la industria cementera entre los años 2014 y 2019. Se observa una caída en el margen neto del año 2017 de 18% equivalente a una variación del 88% producto de la sanción impuesta por la Superintendencia de Industria y Comercio por cartelización de los precios a las tres principales compañías del sector (SIC, 2017). Aislado este efecto, se observa que el margen bruto ha venido presentando variaciones negativas año a año, pasando de 49.5% en el 2014 a niveles de 33% en el último año, lo anterior explicado por la reducción de ventas a partir del 2016 y el incremento en los principales costos de la estructura de negocios como energía y carbón.

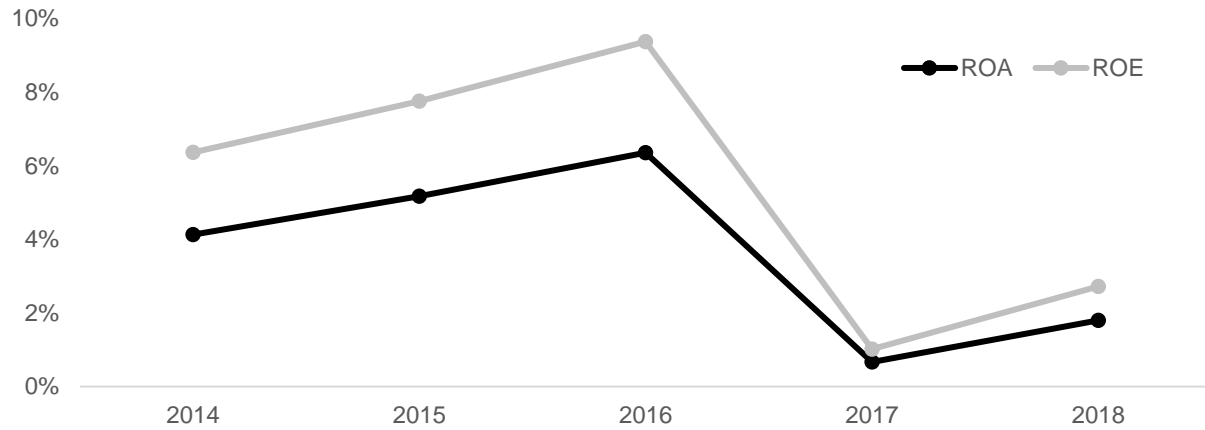
Por otro lado, el ROA muestra la eficacia para la generación de utilidades considerando los activos totales de la organización; en cuanto al ROE mide el rendimiento sobre el patrimonio que tiene una organización (Gitman y Zutter, 2012). Estos indicadores para la industria cementera de Colombia son mostrados en la figura 15, donde se observa la caída a partir del 2017 producto de la sanción ya mencionada y el efecto mismo del comportamiento de la utilidad neta. No obstante, estos indicadores vienen presentando una mejora a niveles del 2.7% para el ROE y 1.8% para el ROA, los cuales siguen siendo bajos frente a los niveles alcanzados en 2016 donde alcanzaron 9% y 6% respectivamente.

Figura 14. Evolución de márgenes industria cementera periodo 2014-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos EMIS)

Figura 15. Evolución ROA y ROE industria cementera periodo 2014-2018



Fuente: Elaboración propia (Datos EMIS)

8.2. Ventas de la industria del cemento (Precios constantes)

Como se mencionó anteriormente, una de las variables de salida de los modelos de regresión múltiple son las ventas de la industria del cemento (Y_1), para tal efecto se consideró el

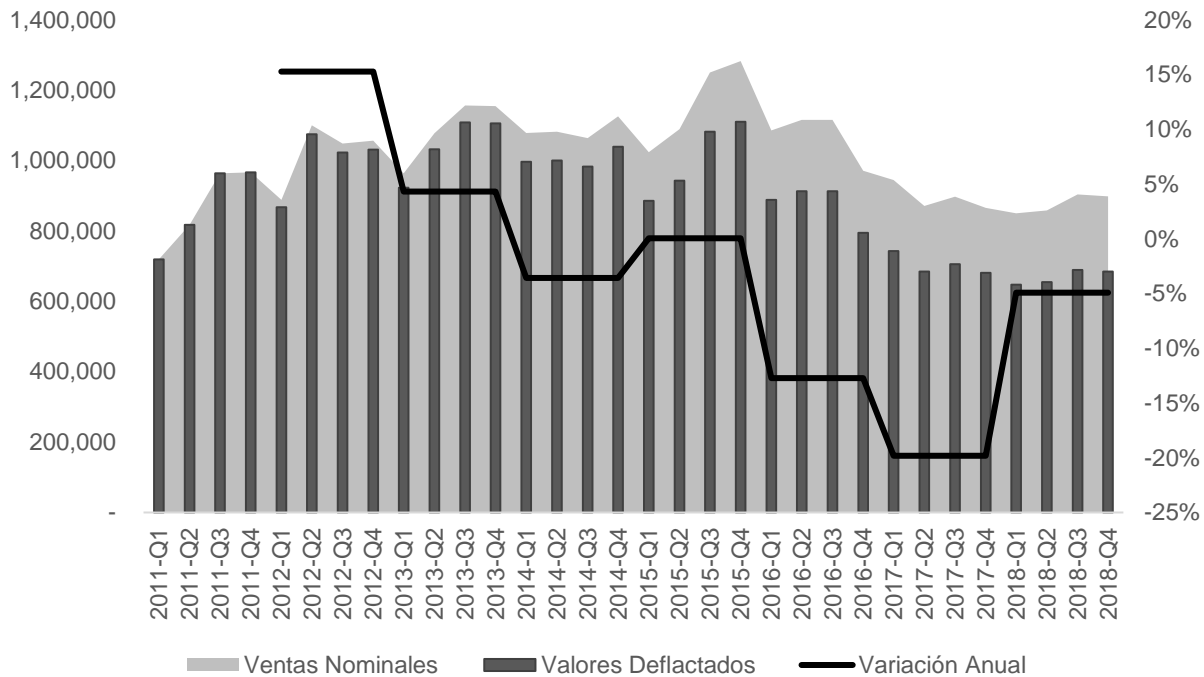
consolidado de los ingresos operacionales de manera trimestral de los estados financieros individuales de Cementos Argos, Cemex Colombia y Holcim Colombia tomados de EMIS como fuente secundaria, se recuerda el hecho que estas compañías representan el 70% de la industria en el periodo de análisis del 2011-2018.

Con el objetivo que los valores fueran comparables en el modelo la serie de datos mencionada fue deflactada con el IPC anual convirtiendo los valores en términos reales constantes. La figura 16 muestra las ventas nominales y reales, donde se observa que el trimestre de mayores ingresos es el Q3 en el periodo de análisis. Por otro lado, se muestra que el mayor decrecimiento en ingresos es a partir del 2015-Q3 luego de tres años con ingresos superiores a la media de los trimestres del periodo de análisis 2011-2018. En cuanto a la variación anual, se alcanzó un máximo de 15% en el 2012 y un mínimo en el año 2017 de -19%, adicional la variación entre el 2018 y el 2011 fue de -22.8%, lo cual evidencia una industria cayendo en cuanto a ingresos se refiere producto de la dinámica del sector de la construcción de vivienda e infraestructura, exceso de capacidad instalada y nuevos jugadores en el mercado, condición que afecta el precio en algunas zonas del país.

8.3. Margen bruto como indicador de rentabilidad operación manufacturera

El margen bruto (Y_2) ha sido considerado como una variable de salida para los modelos de regresión múltiple de la sección 8. Este indicador ha sido medido de manera trimestral para el periodo de análisis en los años 2011-2018. Al igual que en la sección 7.2 el margen bruto se consolidó de acuerdo con los estados financieros de las compañías que representan el 70% de la industria.

Figura 16. Ventas industria del cemento Colombia periodo 2011-2018

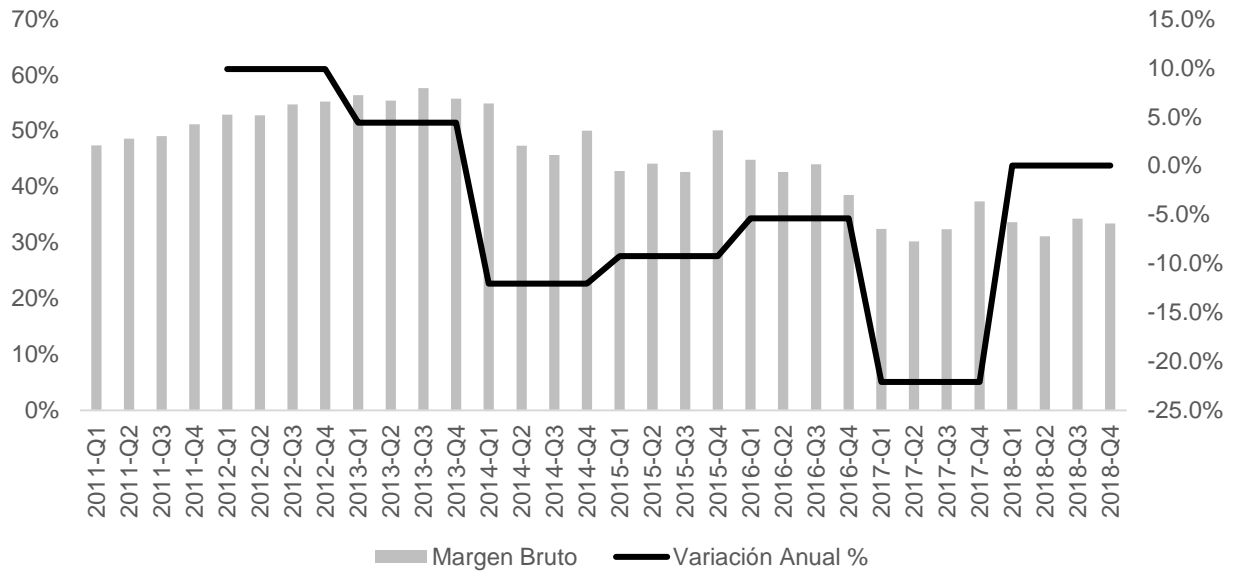


Fuente: Elaboración propia

La figura 17, muestra el comportamiento que ha tenido el margen bruto de la industria cementera; el sector alcanzó un máximo de 58% para el 2013-Q3 y un mínimo de 30% en el 2017-Q2, principalmente afectado por la caída de las ventas, las cuales fueron explicadas en la sección anterior. Por otro lado, se considera que otra razón que estimulo el descenso en el margen bruto de la industria cementera fue el incremento en costos operacionales como la energía y el carbón.

Teniendo en cuenta lo anterior, la mayor variación se da entre los años 2016 y 2017 alzando un -22.5%. En lo que respecta a la variación anual del margen bruto entre el 2011 y el 2018 se estima que fue de -32.5% ratificando el hecho de una industria cementera decreciendo en cuanto la rentabilidad de sus operaciones.

Figura 17. Margen bruto industria cementera Colombia- periodo 2011-2018



Fuente: Elaboración propia

9. MODELOS ECONOMÉTRICOS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

9.1. Diseño Metodológico

Considerando que la industria cementera tiene relaciones directas con el sector de la construcción, se ha planteado el desarrollo de tres modelos econométricos de regresión múltiple, los dos primeros que permiten analizar las relaciones entre la rentabilidad del sector como variable de respuesta y las variables independientes definidas desde los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción descritos en el capítulo 6. El tercer modelo fue desarrollado para establecer la relación entre la demanda de cemento (unidades de despacho en toneladas) y los indicadores de la construcción, como base predictiva para la industria cementera.

En cuanto a la rentabilidad, se definieron dos escenarios con diferentes indicadores de salida, un primer modelo con las ventas a precios constantes y un segundo modelo que relaciona el margen bruto de la industria del cemento, ambos estimados de acuerdo con lo mencionado en el capítulo anterior para el periodo de análisis de 2011-2018.

Para los tres modelos, las variables se han acotado en el periodo de 2011-2018 de manera trimestral obteniendo un total de 32 datos por variable. Los datos fueron tomados de fuentes primarias y secundarias; para el caso de los indicadores del sector de la construcción la fuente fue el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE y en el caso de la industria del cemento se tomaron los Estados Financieros desde EMIS de los tres principales jugadores en cuanto a ventas se refiere; y se construyeron los indicadores de acuerdo con lo explicado en el capítulo anterior. El software utilizado durante el análisis estadístico en la investigación fue Minitab versión 18.

Para las fuentes de datos se analizó la micronumerosidad de acuerdo con lo expuesto por Salmeron y Blanco (2016) de manera transversal en la creación de los modelos. Por otra parte, para cada uno de los modelos se realizaron las pruebas estadísticas que permitieron determinar la existencia de problemas de multicolinealidad, normalidad, heterocedasticidad y autocorrelación;

estos dos últimos parámetros fueron validados de manera gráfica y mediante la prueba de White y el estadístico de Durbin-Watson respectivamente.

9.2. Método de selección de los modelos de regresión múltiple

El modelo econométrico explicado por Pindyck y Rubinfeld (2001), ha definido la relación entre una variable de respuesta y_i que es explicada directamente por múltiples variables independientes xk_i . El modelo es expresado de acuerdo con lo expuesto en (1) y deberá cumplir los supuestos básicos dentro del marco del modelo clásico de regresión lineal (MCRL). Gujarati y Porter (2010) establecen nueve supuestos del modelo: (i) el modelo es lineal en los parámetros, (ii) valores de las variables xk_i independientes del término de error, (iii) valor medio de la perturbación es igual a cero, (iv) homocedasticidad, (v) no existe autocorrelación, (vi) el número de observaciones n debe ser mayor que el de parámetros por estimar, (vii) debe haber variación en los valores de las variables xk_i , (viii) no debe haber colinealidad exacta entre las variables x y por último (ix) no hay sesgo de especificación.

En el planteamiento y creación de los modelos econométricos de regresión múltiple de la investigación, se desarrolló un método secuencial que permitió especificar el modelo correcto y con mejor desempeño para resolver la pregunta de investigación. En las siguientes secciones se explica cada uno de los pasos y supuestos utilizados.

9.2.1. Micronumerosidad

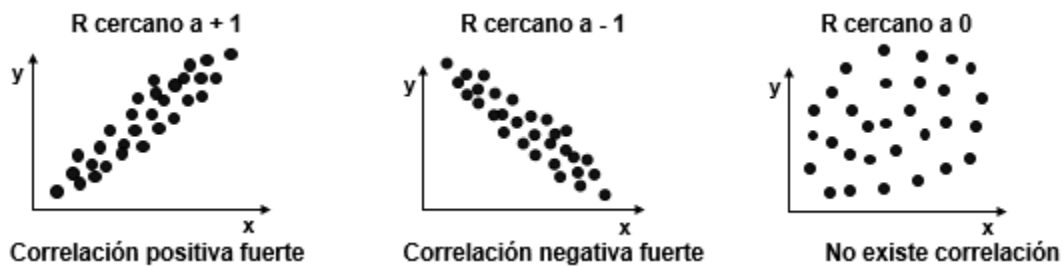
Dentro del modelo clásico de regresión lineal (MCRL) se considera la importancia del número de observaciones bajo el supuesto número seis (vi) el cual menciona que “el número de observaciones n deber ser mayor que el número de parámetros por estimar, es decir el número de observaciones n deber ser mayor que el número de variables explicativas” (Gujarati y Porter, 2010, p.67). Goldberger (1991) citado por Gujarati y Porter (2010, p. 321) menciona que el problema derivado del supuesto seis se denomina micronumerosidad. No obstante, Salmerón y Blanco (2016) consideran que el problema de micronumerosidad se ha mitigado en un gran

porcentaje si al final del modelo todos los valores del Factor Inflacionario de Varianza FIV son menores que 10. En consecuencia, se revisará en cada uno de los modelos el factor FIV para dar cumplimiento a lo expuesto anteriormente.

9.2.2. Matriz de correlación

Gujarati y Porter (2010), definen el análisis de correlación como “la medición de la fuerza o el grado de asociación lineal entre dos variables”, dicha medición se hace por medio del coeficiente de correlación denominado coeficiente de Pearson el cual se representa generalmente con la letra R ; este coeficiente proporciona información sobre la intensidad y dirección de la relación mencionada y puede moverse entre 1 y -1 siendo 1 una correlación positiva casi perfecta y -1 una correlación negativa, cuando R toma un valor de cero se habla de que no existe correlación (figura 18).

Figura 18. Ejemplos gráficos de correlaciones con $R=1$, $R=-1$ y $R=0$



Fuente: Elaboración propia

La matriz de correlación permite ver las relaciones entre las múltiples variables del modelo, la figura 19 muestra como se relacionan las variables x_{ij} . Adicional, para el caso de estudio se determinará la significancia estadística de cada uno de los términos del modelo por medio de una prueba de hipótesis, donde se considera como hipótesis nula $R=0$, es decir si el valor P es $<0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se considerara que al menos el 95% de las veces R no es cero.

Figura 19. Matriz de correlación (Ejemplo)

Variables	Variables		
	1	2	3
1	r ₁₁	r ₁₂	r ₁₃
	valor p	valor p	valor p
2	r ₂₁	r ₂₂	r ₂₃
	valor p	valor p	valor p
3	r ₃₁	r ₃₂	r ₃₃
	valor p	valor p	valor p

Fuente: Elaboración propia

La gráfica de dispersión de variables también permite identificar relaciones entre ellas y es un buen indicio para verificar el grado de multicolinealidad entre las variables del modelo.

9.2.3. Regresión de los mejores subconjuntos

Hanke y Reitsch (1996), proponen como una primera aproximación en el análisis de regresión lineal, la verificación de los mejores subconjuntos, que básicamente consiste en evaluar las combinaciones de las diferentes variables con el objetivo de obtener un R^2_{aj} lo más alto posible, una desviación estándar lo más pequeña que se pueda y un coeficiente de Mallows C-p pequeño y cerca del número de términos del modelo. No obstante, se ha advertido que esta metodología no proporciona ninguna información referente a la multicolinealidad, la cual debe evitarse en el modelo final.

9.2.4. Evaluación del grado de multicolinealidad

Uno de los principales pasos en la creación y formulación de modelos de regresión lineal múltiple es la determinación de la existencia del grado de multicolinealidad para su respectiva corrección en el modelo final. El termino hace referencia “a una relación lineal perfecta entre algunas o todas las variables explicativas de un modelo de regresión” de acuerdo con los estudios de Frisch (1934) citado por Gujarati y Porter (2010, p.321). Las fuentes de multicolinealidad según Montgomery & Peck(1982) citado por Gujarati y Porter (2010, p.323) se deben

principalmente a cuatro factores: el método de recolección de la información, las restricciones en el modelo, la especificación del modelo y un modelo sobredeterminado en cuanto a cantidad de variables y número de observaciones. La existencia de multicolinealidad puede causar que la validez del modelo se ponga en duda, debido a que la estimación de los coeficientes sea incorrecta; así como la dificultad de aislar el efecto de cada X en la respuesta. En ese sentido, se hace necesario evaluar el grado de multicolinealidad; razón por la cual cobra utilidad el término de Factor Inflacionario de la Varianza FIV el cual se define como:

$$FIV = \frac{1}{1 - R_i^2} \quad (5)$$

Donde: R_i^2 es el valor R^2 que se determina mediante la regresión de cada una de las X_i con respecto a las demás X (una R_i^2 de gran magnitud sugiere que una variable es redundante). Como regla general se dice que un $FIV > 10$ representa un alto grado de multicolinealidad (Wooldridge, 2009); utilizando este parámetro se ajusta el criterio para retirar aquellas variables durante la construcción de los modelos que generan el efecto de multicolinealidad y micronumerosidad como se ha mencionado en la sección 8.2.1.

9.2.5. Significancia estadística de los términos

Como parte del análisis de creación del modelo de regresión múltiple se debe verificar la significancia estadística de cada término, para este caso se usará el valor p como un parámetro que establece la probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. En ese sentido, la hipótesis nula es la no existencia de asociación entre el término y la respuesta; en lo que concierne a la investigación se usará como valor α 0.05, es decir si el valor P es menor o igual a α entonces se concluirá que la variable se considera significativa para el modelo (Wooldridge, 2009).

9.2.6. Evaluación de la idoneidad del modelo

Para determinar la idoneidad del modelo se verificarán diferentes parámetros entre los que se destacan: la desviación estándar, el R^2_{aj} y el análisis de errores residuales con el objetivo de verificar la autocorrelación y heteroscedasticidad. En el caso de la desviación estándar del modelo se espera que sea más pequeña que la desviación estándar de la variable de respuesta. En lo que respecta al R^2_{aj} se espera obtener valores altos que permitan garantizar que las variables independientes explican de manera consciente la variable de respuesta y.

El análisis de errores residuales tiene lugar de forma gráfica y/o analítica; para verificar gráficamente la no existencia de autocorrelación y heteroscedasticidad se deberá confirmar una distribución normal de los residuos y la no existencia de patrones o tendencias que indiquen factores en la variable de respuesta (Gujarati y Porter, 2010).

La figura 20, muestra un ejemplo típico del método gráfico de análisis de errores suministrado por Minitab, en la parte superior izquierda se confirma que los residuos tienen una distribución normal, en cuanto a las gráficas de la zona derecha se verifica que los residuos se centran y dispersan alrededor de cero sin patrones que indiquen una varianza inconstante.

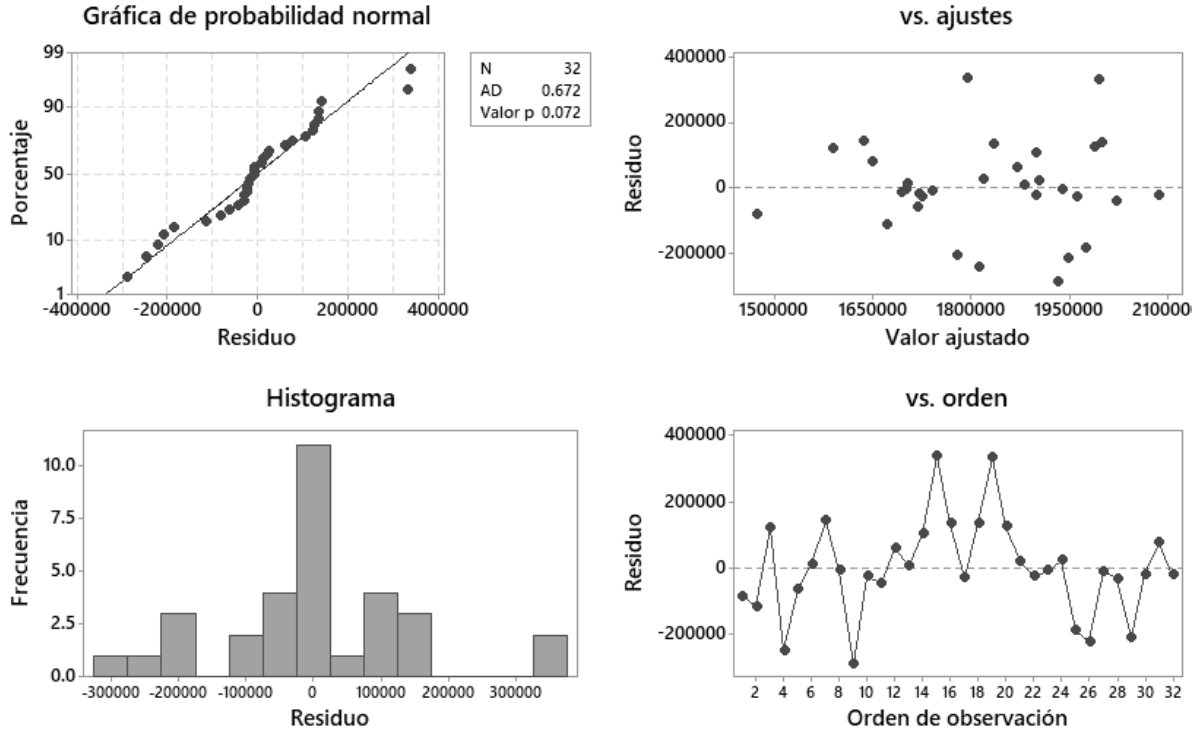
En cuanto a la parte analítica, para el caso del análisis de heteroscedasticidad se realizará la prueba propuesta por White (1980) la cual consiste en hacer una regresión auxiliar con el cuadrado de los residuos de la regresión original, como variable de salida y las variables independientes originales, sus valores al cuadrado y sus productos cruzados. De esta manera se obtiene el R^2 auxiliar; posteriormente se cumple que:

$$nR^2 \sim_{asin} \chi^2_{gl} \quad (6)$$

Siendo n el número de la muestra y gl los grados de libertad expresados igual al número de coeficientes sin el término constante.

De esta manera si el valor de ji cuadrado obtenido en (6) excede al valor ji cuadrado crítico con un α de 0.05 se concluye que hay heteroscedasticidad (Gujarati y Porter, 2010).

Figura 20. Ejemplo de análisis gráfico de residuos



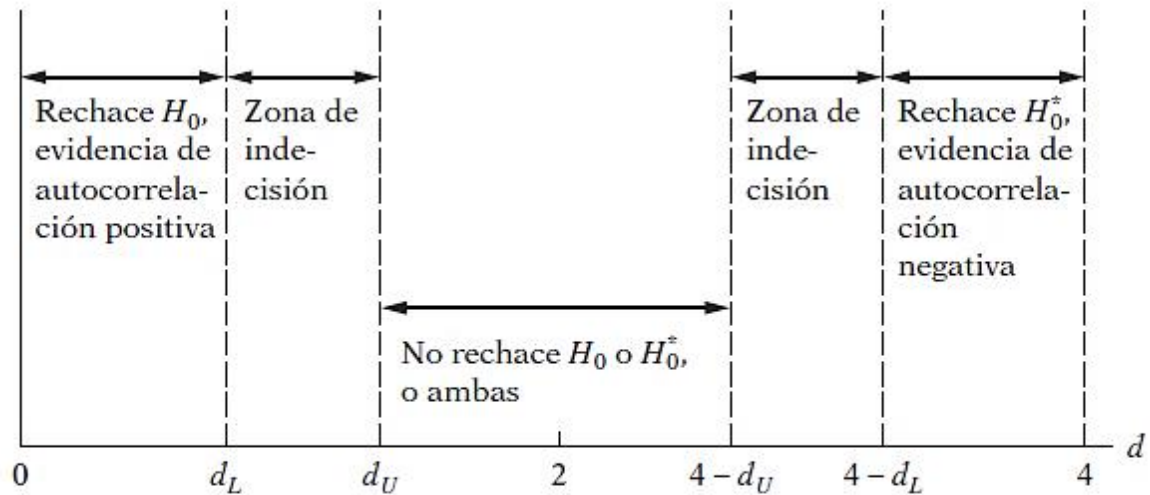
Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a autocorrelación se ejecutará la prueba d de Durbin-Watson (1950), Minitab ofrecerá el cálculo del valor de d, y considerando el número de variables explicativas del modelo se determinarán los valores críticos de d_L y d_U . Contando con estos valores se verificará de acuerdo con las reglas de decisión de la figura 21 si existe autocorrelación en el modelo.

Por otro lado, dentro de la evaluación de idoneidad del modelo se verificarán las observaciones poco comunes a través de los niveles de apalancamiento H_i y el nivel de influencia de Cook. El nivel de apalancamiento de una observación representa la distancia entre el valor x y el promedio de todas las x , lo cual puede influenciar en el modelo de regresión. Como regla general se tomará que todos los valores mayores a $3p/n$ se consideran altos, siendo p el número de términos de modelo incluida la constante y n el tamaño de la muestra. En cuanto a la influencia, se resalta que aquellas observaciones que tengan un alto nivel tendrán un impacto

en la constante y en los coeficientes del modelo de regresión; se considera que si la distancia de Cook es mayor a uno se trata de una observación influyente.

Figura 21. Reglas de decisión estadístico de Durbin-Watson



Leyendas

- H_0 : No hay autocorrelación positiva
- H_0^* : No hay autocorrelación negativa

Fuente: Gujarati y Porter, 2010

9.2.7. Predicción con los modelos de regresión

Luego de validado cada uno de los modelos se podrán ejecutar predicciones de las variables de respuesta con base en valores conocidos futuros o esperados de las variables independientes; estos pronósticos son denominados predicciones medias y para la presente investigación se considerarán intervalos de confianza del 95%. Adicional, se obtendrán intervalos de predicción que permitirán validar el uso de los modelos y de forma gráfica verificar la capacidad predictiva. Para el caso del modelo 3 se verificará que el dato oficial del primer trimestre de 2019 se encuentre dentro de los resultados del intervalo de predicción obtenido a través del modelo de regresión múltiple, de esta manera se avalará el modelo para su uso con fines presupuestales.

9.3. Modelo 1 de Regresión múltiple: Ventas industria del cemento Vs. Indicadores del sector construcción (Oferta y Demanda)

El modelo 1 de regresión múltiple relaciona las ventas de la industria del cemento a precios constantes como variable independiente y los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción. Las tablas 1 muestra la operacionalización del modelo 1 de regresión múltiple.

Tabla 1. Descripción variables modelo 1- Ventas Vs. indicadores de la construcción

Variable Dependiente Modelo 1	Unidades	Indicador en Minitab	Origen de Datos
Ventas del Sector	MMCOP	Y ₁	EMIS (EE.FF-Argos, Cemex, Holcim)
Variables Independientes Modelo 1	Unidades	Indicador en Minitab	Origen de Datos
Despachos de cemento gris	Ton	Xd ₁	DANE
Producción de Concreto Premezclado	m ³	Xd ₂	DANE
Número de créditos desembolsados para vivienda	Und	Xd ₃	DANE
Número de créditos de la cartera hip. de vivienda	Und	Xd ₄	DANE
Producción de cemento gris	Ton	Xo ₁	DANE
Área censada edificaciones	m ²	Xo ₂	DANE
Área licenciada-edificaciones	m ²	Xo ₃	DANE
Área iniciada-edificaciones	m ²	Xo ₄	DANE
Área culminada edificaciones	m ²	Xo ₅	DANE

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta el método de selección expuesto en la sección anterior, se procedió en primer lugar a verificar las relaciones entre la variable de respuesta y las variables de salida. La figura 22 muestra el gráfico de dispersión donde se observan relaciones positivas con la

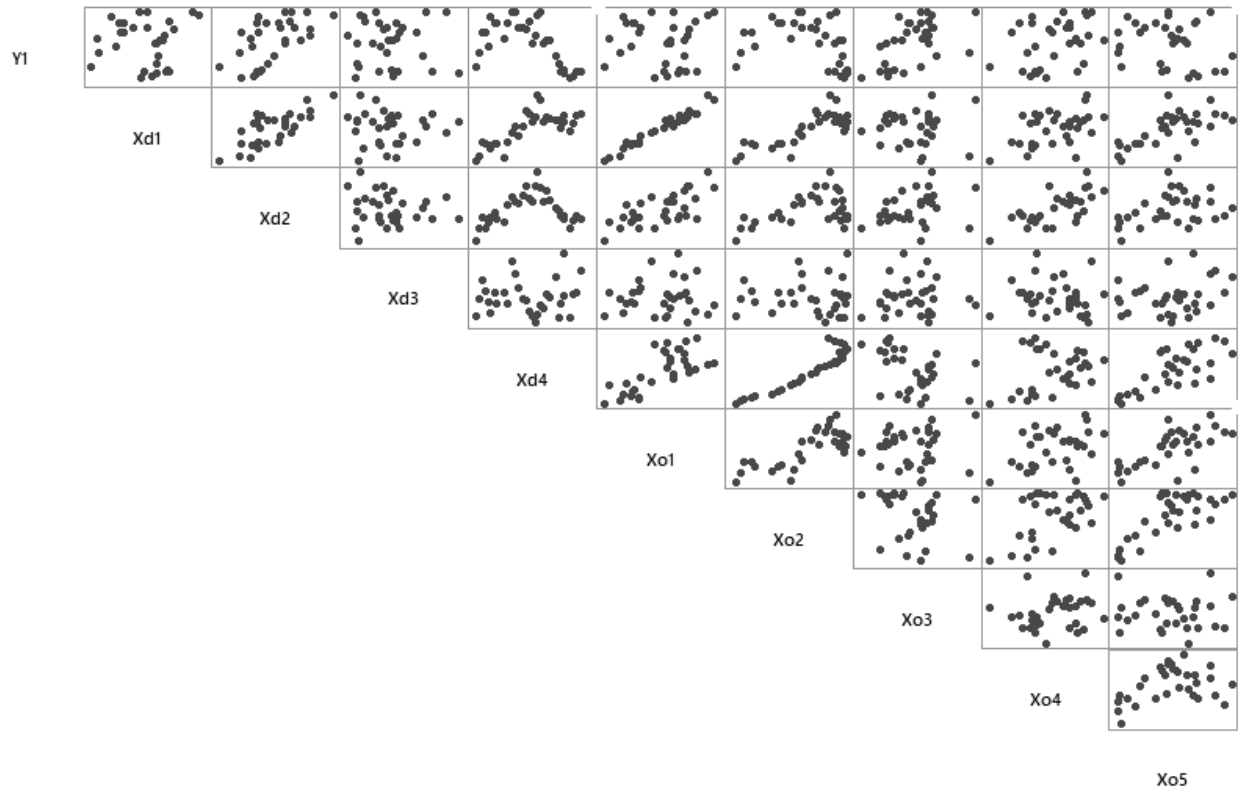
producción de concreto premezclado (X_{d2}) y el área licenciada de edificaciones (X_{o3}); al comparar las relaciones entre las variables independientes se observa una fuerte relación entre la producción de concreto premezclado (X_{d2}) y los despachos de cemento gris (X_{d1}), la producción de cemento gris (X_{o2}) y el área iniciada de edificaciones (X_{o4}). Este primer análisis permite verificar posibles grados de multicolinealidad entre las variables de entrada; los cuales se verificarán en la medida que se construya el modelo.

De manera cuantitativa el anexo 1 muestra la matriz de correlación que incluye el coeficiente de Pearson y el valor p. Como resultado se ratifica lo observado en la matriz de dispersión, es decir, relaciones positivas de la variable independiente Y_1 y la producción de concreto premezclado (X_{d2}) con coeficientes cercanos a 0.57, y relaciones negativas con el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda (X_{d4}) con un coeficiente $R = -0.56$. Lo anterior, afirma el hecho que a medida que se incrementa la cartera hipotecaria la oferta de materiales de construcción se disminuye.

Por otro lado, en cuanto a la producción de concreto premezclado se evidencia una relación directamente proporcional, es decir, que cuando crece este indicador las ventas del sector cementero se incrementan (relación positiva) y viceversa; lo cual se explica del hecho que el modelo de la industria del cemento presenta integraciones verticales hacia adelante con las fábricas de concreto, siendo un canal que representa el 23% de los despachos de este producto (DANE,2019).

Por otro lado, se realizó un análisis inicial de regresión lineal de los mejores subconjuntos mostrados en la tabla 2 arrojando como resultado que uno de los modelos más ajustados es aquel que contiene como variables independientes la producción de concreto premezclado (X_{d2}), el número de créditos de la cartera hipotecaria (X_{d4}) y el área culminada de edificaciones (X_{o5}), cumpliendo con los parámetros de obtener un R^2_{aj} de 84.4%, una desviación estándar de 60.302 y un coeficiente de Mallows C_p de 2.9 muy cercano al número de términos del modelo. No obstante, como se advirtió en la sección 8.2.3 esta aproximación no define el grado de multicolinealidad el cual se revisará posteriormente con el índice FIV.

Figura 22. Gráfica de Matriz- Modelo 1 Regresión Múltiple



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 2. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 1

Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajust.)	R-cuad. (pred.)	Cp de Mallows	S	X d 1	X d 2	X d 3	X d 4	X o 1	X o 2	X o 3	X o 4	X o 5
1	32.7	30.5	25.5	100.7	127382	X								
1	31.6	29.3	20.3	102.9	128461				X					
2	82.2	81.0	77.4	8.0	66617	X	X							
2	75.1	73.4	68.8	21.6	78791	X				X				
3	85.9	84.4	81.2	2.9	60302	X	X							X
3	83.5	81.7	77.5	7.6	65334	X	X	X						
4	86.7	84.7	80.4	3.5	59806	X		X		X				X

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 2. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 1 (continuación)

Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajust)	R-cuad. (pred.)	Cp de Mallows	S	X d 1	X d 2	X d 3	X d 4	X o 1	X o 2	X o 3	X o 4	X o 5
4	86.5	84.5	79.6	3.8	60171		X		X			X		X
5	87.1	84.7	79.1	4.6	59836		X		X	X	X			X
5	87.1	84.6	79.2	4.7	59885		X	X	X	X				X
6	87.6	84.7	78.0	5.6	59792		X	X	X	X	X			X
6	87.4	84.4	78.0	6.1	60427	X	X		X	X	X			X
7	87.9	84.4	76.5	7.1	60270	X	X	X	X	X	X			X
7	87.8	84.2	76.9	7.4	60704		X	X	X	X	X	X	X	X
8	88.3	84.3	76.5	8.3	60592	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	88.1	84.0	75.9	8.7	61098	X	X	X	X	X	X	X		X
9	88.5	83.8	75.7	10.0	61496	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 3. Coeficientes iniciales modelo 1- Evaluación de Multicolinealidad

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1213780	306301	3.96	0.001	
Xd1	0.300	0.296	1.01	0.322	45.84
Xd2	0.295	0.171	1.72	0.099	9.98
Xd3	4.83	4.15	1.16	0.257	1.24
Xd4	-2.058	0.541	-3.80	0.001	30.49
Xo1	-0.149	0.261	-0.57	0.572	32.31
Xo2	0.00829	0.00815	1.02	0.320	23.91
Xo3	-0.0206	0.0186	-1.11	0.280	2.15
Xo4	0.0272	0.0324	0.84	0.411	3.14
Xo5	0.0654	0.0259	2.53	0.019	3.41

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

La tabla 3, muestra la primera iteración del modelo de regresión múltiple entre Y_1 y las nueve variables independientes de oferta y demanda del sector de la construcción. En este primer

ejercicio el objetivo fue verificar el grado de multicolinealidad que presenta el modelo con todas las variables. Para el caso de la producción de cemento gris (X_{d1}) se encuentra un FIV de 45.84 lo cual responde a la correlación de esta variable con el resto de los indicadores. Luego de dos iteraciones retirando la variable X_{d1} y la variable área censada de edificaciones X_{o2} se obtuvieron índices de inflación de varianza menores a 10 lo cual permitió continuar con el proceso de la creación del modelo 1 (tabla 4).

Posteriormente, se evaluó la significancia estadística del modelo retirando las variables X_{d3} , X_{o1} , X_{o3} y X_{o4} con valores de $p > 0.05$, la tabla 5 presenta el resumen de los coeficientes de las variables de salida que no presentan ningún grado de colinealidad y que adicionalmente tienen significancia estadística en el modelo 1.

Tabla 4. Coeficientes depurados modelo 1-Validación de significancia estadística

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	973088	228006	4.27	0.000	
X_{d2}	0.456	0.129	3.54	0.002	5.63
X_{d3}	3.44	4.04	0.85	0.403	1.17
X_{d4}	-1.457	0.274	-5.33	0.000	7.76
X_{o1}	0.041	0.127	0.32	0.749	7.60
X_{o3}	-0.0219	0.0185	-1.18	0.248	2.13
X_{o4}	0.0318	0.0304	1.05	0.306	2.74
X_{o5}	0.0623	0.0247	2.52	0.019	3.11

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 5. Coeficientes Modelo 1

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	962220	129226	7.45	0.000	
X_{d2}	0.5009	0.0568	8.82	0.000	1.15
X_{d4}	-1.264	0.144	-8.77	0.000	2.25
X_{o5}	0.0583	0.0214	2.72	0.011	2.44

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

En cuanto la idoneidad del modelo 1, la tabla 6 muestra el resumen de este; donde el R^2_{aj} del modelo señala que la variable de respuesta de ventas a precios constantes de la industria del cemento es explicada en un 84% por medio de las variables de demanda del sector de la construcción de producción concreto premezclado y número de créditos de cartera hipotecaria de vivienda y la variable de oferta del área culminada de edificaciones.

Tabla 6. Resumen del Modelo 1

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
60301.6	85.93%	84.42%	81.19%

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

El resultado anterior tiene sentido, considerando que esta industria está compuesta por organizaciones que tienen sus modelos de negocios integrados, es decir no solo se dedican a la producción de cemento gris, sino que en sus carteras tiene un portafolio integrado de agregados, cemento y concreto para el sector de la construcción. En cuanto al número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda refleja el efecto de tener oferta terminada de vivienda y en consecuencia el cierre de proyectos que consumen materiales de construcción. Por último, el área culminada de edificaciones se puede considerar como la variable de ajuste puesto que refleja el comportamiento del mercado de vivienda en cuanto a proyectos finalizados o en fase de cierre, lo cual puede afectar de manera positiva la variable de respuesta.

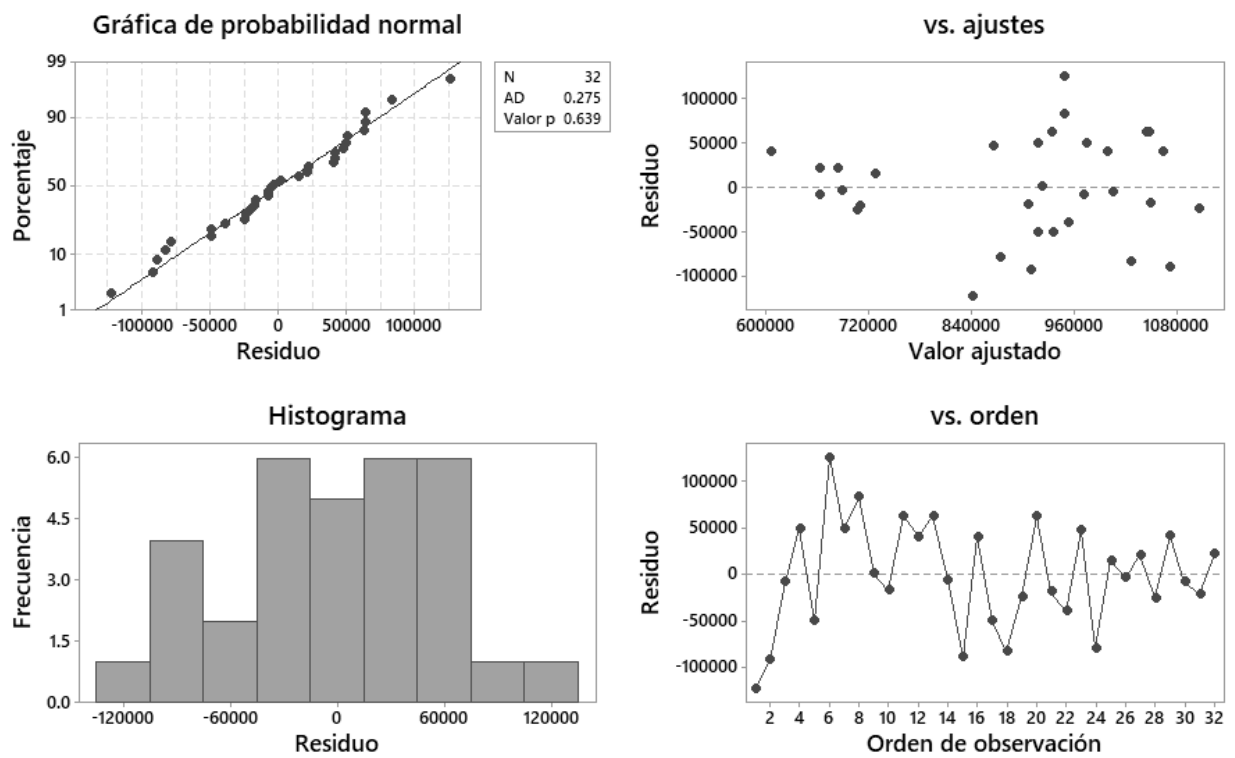
La ecuación del modelo 1 de regresión múltiple es:

$$y_1 = 962220 + 0.5009Xd_2 - 1.264Xd_4 + 0.0583Xo_5 \quad (7)$$

Siendo y_1 := las ventas a precios constantes de la industria del cemento; Xd_2 := Producción de concreto premezclado; Xd_4 Número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda y Xo_5 el área culminada de edificaciones.

Continuando con la evaluación del modelo la figura 23 muestra el análisis gráfico de los residuos, los cuales tienen un comportamiento normal, probándose del hecho que su valor $P=0.639$, es decir mayor al nivel de significancia elegido de 0.05. Por otro lado, los residuos se dispersan alrededor de cero y no presentan patrones; como resultado del análisis gráfico se puede concluir que el modelo 1 no presenta heteroscedasticidad y autocorrelación lo cual se verificará de manera cuantitativa con las pruebas mencionadas en la sección 8.2.6.

Figura 23. Gráfica de residuos para Y1- Modelo 1 regresión múltiple

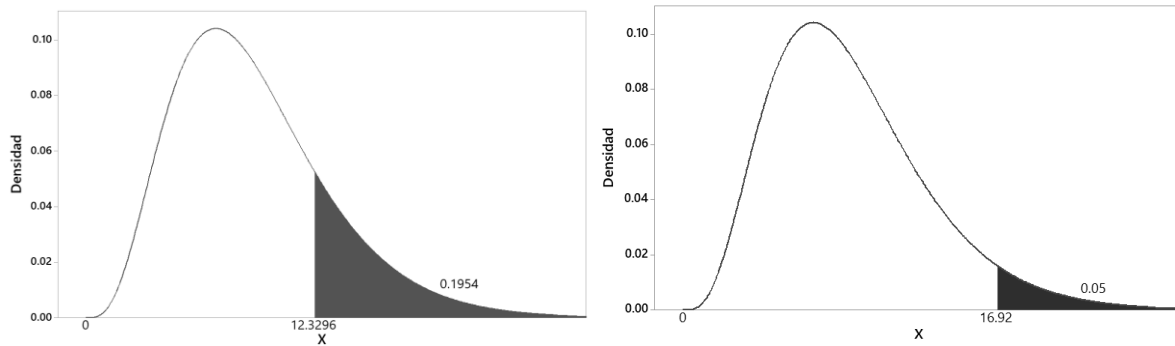


Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

La prueba de heteroscedasticidad de White arrojó un R^2 de 38.53%, con el cual se estimó (6) arrojando como resultado $nR^2 = 12.3296$ que tiene asintóticamente una distribución ji cuadrada con 9 grados de libertad. En este sentido, el valor de ji cuadrado crítico en 5% para 9 gl es de 16.92, por lo cual se puede concluir con base en esta prueba que no se tiene

heteroscedasticidad en el modelo 1, puesto que el valor obtenido no excede el valor de χ^2 cuadrado crítico (figura 24).

Figura 24. Distribuciones χ^2 cuadrada para 9 grados de libertad-prueba de White



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

En lo que respecta a la prueba de autocorrelación, el estadístico de Durbin-Watson obtenido para el modelo 1 es de 1.70955. Considerando que el modelo tiene un tamaño muestral n de 32 y tres variables explicativas se encuentra que dL y dU son 1.244 y 1.650 respectivamente (Gujarati y Porter, 2010), por lo cual no se rechaza la hipótesis nula y por ende se dice que no hay autocorrelación positiva ni negativa en el modelo.

Por último, en la evaluación de idoneidad del modelo se han encontrado 2 observaciones poco comunes como se muestra en la tabla 7, no obstante, dichas observaciones tienen niveles de apalancamiento menores a $3p/n$, es decir, 0.375 y niveles de influencia medidos desde la variable D de Cook menores a 1, por lo cual dichas observaciones no alteran la idoneidad del modelo.

La figura 25, muestra la capacidad predictiva del modelo; en efecto se considera un modelo estable y con poder predictivo dentro de la muestra del periodo de análisis de 2011 a 2018, teniendo en cuenta intervalos de confianza y de predicción del 95%.

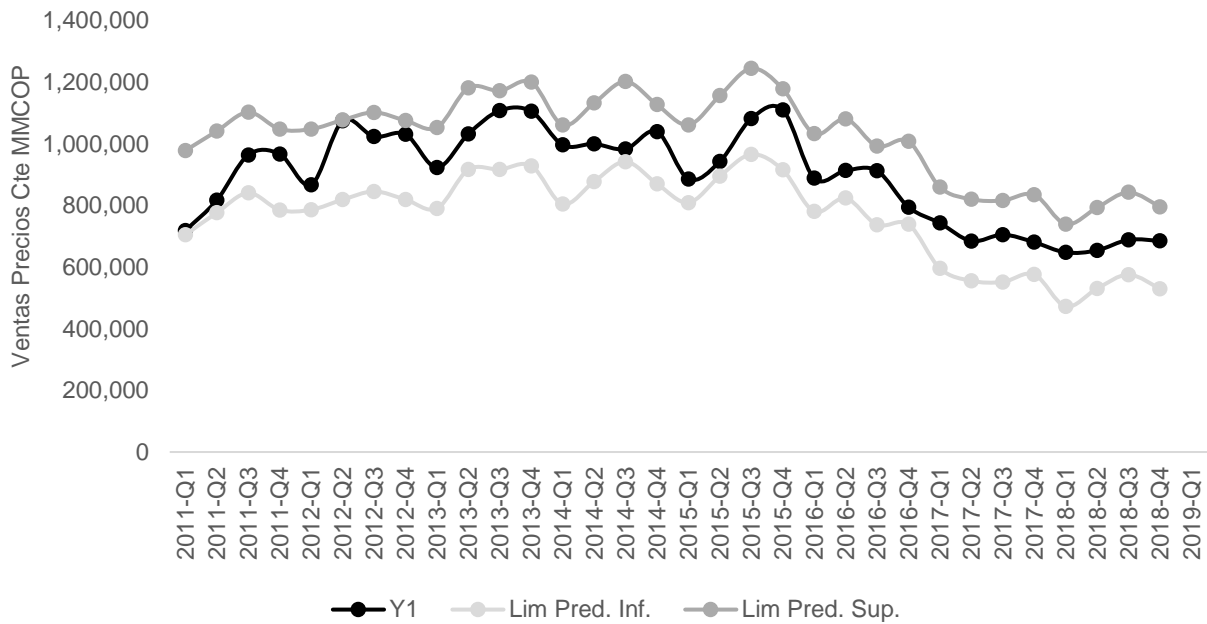
Tabla 7. Ajuste y diagnóstico para observaciones poco comunes del modelo 1

Obs	Y1	Ajuste	Resid	Resid est.	
1	718870	841764	-122894	-2.31	R
6	1074386	948099	126287	2.20	R

Residuo grande R

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Figura 25. Capacidad predictiva modelo 1



Fuente: Elaboración propia

9.4. Modelo 2 de Regresión múltiple: Margen bruto industria del cemento Vs.

Indicadores del sector construcción (Oferta y Demanda)

El modelo 2 de regresión múltiple relaciona el margen bruto de la industria del cemento como variable dependiente y los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción como

variables independientes. La tabla 8 muestran la operacionalización del modelo 2 de regresión múltiple.

Tabla 8. Descripción variables modelo 2- Margen Bruto Vs. indicadores de la construcción

Variable Dependiente Modelo 2	Unidades	Indicador en Minitab	Origen de Datos
Margen Bruto	%	Y ₂	EMIS (EE.FF-Argos, Cemex, Holcim)
Variables Independientes Modelo 2	Unidades	Indicador en Minitab	Origen de Datos
Despachos de cemento gris	Ton	X _{d1}	DANE
Producción de Concreto Premezclado	m ³	X _{d2}	DANE
Número de créditos desembolsados para vivienda	Und	X _{d3}	DANE
Número de créditos de la cartera hip. de vivienda	Und	X _{d4}	DANE
Producción de cemento gris	Ton	X _{o1}	DANE
Área censada edificaciones	m ²	X _{o2}	DANE
Área licenciada-edificaciones	m ²	X _{o3}	DANE
Área iniciada-edificaciones	m ²	X _{o4}	DANE
Área culminada edificaciones	m ²	X _{o5}	DANE

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el modelo de la sección 8.3, se procedió en primer lugar a verificar las relaciones entre la variable de respuesta y las variables de salida. La figura 26, muestra el gráfico de dispersión donde se observan relaciones positivas con la producción de concreto premezclado (X_{d2}) y el área licenciada de edificaciones (X_{o3}). Por otro lado, relaciones negativas con la producción de cemento (X_{d1}) y el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda (X_{d4}). Las relaciones entre las variables independientes tienen el mismo comportamiento que el modelo anterior, teniendo en cuenta que son las mismas variables, posteriormente se verificará la existencia de los grados de multicolinealidad.

De manera cuantitativa el anexo 2 muestra la matriz de correlación que incluye el coeficiente de Pearson y el valor p; ratificando las relaciones negativas con las variables

producción de cemento (X_{d1}) con un coeficiente $R=-0.48$ y el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda (X_{d4}) con alta influencia de acuerdo con el $R=-0.826$.

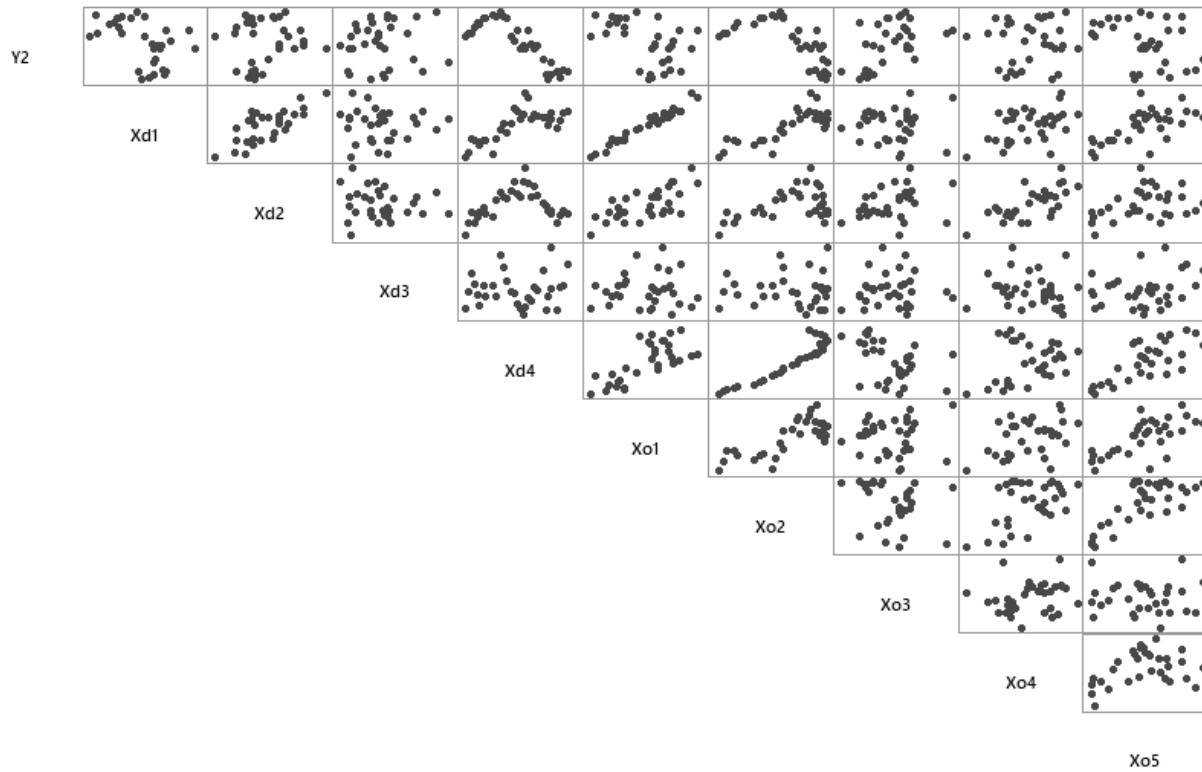
Adicional, las relaciones positivas más fuertes son confirmadas para la producción de concreto premezclado (X_{d2}) y el área licenciada de edificaciones (X_{o3}) con coeficientes de $R=0.1$ y $R=0.5$ respectivamente. Esto puede demostrar lo expuesto en el modelo anterior que a medida que se incrementa la cartera hipotecaria la oferta de materiales de construcción se disminuye al tener mayor oferta terminada disponible.

Continuando con el proceso de formulación del modelo, se realizó un análisis inicial de regresión lineal de los mejores subconjuntos mostrados en la tabla 9, estableciendo que uno de los mejores modelos posibles es aquel que contenga como variables independientes la producción de cemento (X_{d1}), la producción de concreto premezclado (X_{d2}), el número de créditos de la cartera hipotecaria (X_{d4}) y el área culminada de edificaciones (X_{o5}), cumpliendo con los parámetros de obtener un R^2_{aj} de 85.4%, una desviación estándar de 3.2% y un coeficiente de Mallows C_p de 5.9 muy cercano al número de términos del modelo. De la misma forma que el modelo de la sección 8.3 se deberá confirmar este resultado definiendo el grado de multicolinealidad entre los términos el cual se revisará con el índice FIV.

La tabla 10 muestra la primera iteración del modelo de regresión múltiple entre Y_2 (margen bruto) y las nueve variables independientes del sector de la construcción. En este caso la producción de cemento gris (X_{d1}) se encuentra con un FIV de 45.84 lo cual responde a la correlación de esta variable con el resto de los indicadores, no obstante, al correr el modelo sin esta variable se obtendría un R^2_{aj} inferior en alrededor de 3pp, por lo cual se decide incluirlo en el análisis.

Luego de cinco iteraciones retirando las variables X_{d3} , X_{o1} , X_{o2} , X_{o3} y X_{o4} se obtuvieron índices de inflación de varianza menores a 10 y términos con significancia estadística lo cual permitió continuar con el proceso de la creación del modelo. La tabla 11, presenta el resumen de los coeficientes de las variables de salida del modelo 2.

Figura 26. Gráfica de Matriz- Modelo 2 Regresión Múltiple



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 9. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 2

Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajust)	R-cuad. (pred.)	Cp de Mallows	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X
						d	d	d	d	o	o	o	o	o
						1	2	3	4	1	2	3	4	5
2	81.0	79.7	76.6	15.9	0.038697				X					X
2	77.2	75.6	69.4	24.3	0.042397				X	X				
3	85.8	84.3	80.2	7.2	0.034014				X	X				X
3	85.7	84.2	81.3	7.4	0.034104				X				X	X
4	87.7	85.9	82.0	5.0	0.032215		X		X	X				X
4	87.3	85.4	82.0	5.9	0.032730	X	X		X					X
5	89.3	87.2	83.0	3.6	0.030687		X	X	X	X				X
5	88.5	86.3	82.4	5.3	0.031768	X	X	X	X					X

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 9. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 2 (continuación)

Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajust)	R-cuad. (pred.)	Cp de Mallows	S	X d 1	X d 2	X d 3	X d 4	X o 1	X o 2	X o 3	X o 4	X o 5
6	89.6	87.1	81.8	4.8	0.030780	X	X	X	X	X				X
6	89.5	87.0	82.7	5.1	0.030965	X	X	X	X				X	X
7	89.8	86.8	79.4	6.5	0.031147	X	X	X	X	X	X			X
7	89.7	86.7	80.4	6.6	0.031244	X	X	X	X		X	X	X	X
8	90.0	86.5	79.1	8.1	0.031572	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	89.8	86.3	77.9	8.4	0.031782	X	X	X	X	X	X	X		X
9	90.0	85.9	77.5	10.0	0.032202	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 10. Coeficientes iniciales modelo 2- Evaluación de Multicolinealidad

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1.02587383	0.160	6.40	0.000	
Xd1	0.00000005	0.000000	0.33	0.745	45.84
Xd2	0.00000012	0.000000	1.29	0.212	9.98
Xd3	0.00000436	0.000002	2.00	0.057	1.24
Xd4	-0.00000101	0.000000	-3.58	0.002	30.49
Xo1	-0.00000013	0.000000	-0.97	0.341	32.31
Xo2	0.00000000	0.000000	0.69	0.496	23.91
Xo3	-0.00000001	0.000000	-0.70	0.491	2.15
Xo4	0.00000001	0.000000	0.64	0.532	3.14
Xo5	0.00000005	0.000000	3.54	0.002	3.41

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

En cuanto la idoneidad del modelo 2, la tabla 12 muestra el resumen de este; donde el R^2_{aj} del modelo señala que la variable de respuesta de margen bruto de la industria del cemento es explicada en un 85% por medio de las variables de demanda del sector de la construcción de producción de cemento gris, producción de concreto premezclado y número de créditos de cartera hipotecaria de vivienda y la variable de oferta del área culminada de edificaciones.

Tabla 11. Coeficientes del modelo 2

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1.00405002	0.0718	13.99	0.000	
Xd1	-0.00000014	0.000000	-2.16	0.040	7.93
Xd2	0.00000020	0.000000	3.42	0.002	3.98
Xd4	-0.00000072	0.000000	-6.07	0.000	5.20
Xo5	0.00000005	0.000000	4.09	0.000	2.44

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 12. Resumen del modelo 2

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0327304	87.33%	85.45%	82.03%

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Conviene señalar que estos resultados explican que la rentabilidad del negocio se encuentra en los volúmenes de producción de los principales materiales de construcción como lo son el cemento y el concreto, el primero afectando de manera negativa la rentabilidad, explicado principalmente por los costos operacionales y de almacenamiento; para el caso del concreto se reafirma la idea de una industria con un modelo integrado de manera vertical hacia adelante el cual contribuye de manera positiva a la rentabilidad del negocio siendo un canal de venta de cemento para las diferentes compañías.

En cuanto al número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda, refleja nuevamente lo explicado en el modelo 1, es decir el efecto de tener oferta terminada de vivienda y en consecuencia el cierre de proyectos que consumen materiales de construcción, generando un efecto de retracción en las industrias periféricas al sector de la construcción.

Por último, el área culminada de edificaciones se puede considerar al igual que en el modelo 1, la variable de ajuste puesto que refleja el comportamiento del mercado de vivienda en cuanto a proyectos finalizados o en fase de cierre, lo cual puede afectar de manera positiva la variable de respuesta.

La ecuación del modelo 2 de regresión múltiple es:

$$y_2 = 1.0047 - 1.42 * 10^{-7}Xd_1 + 1.97 * 10^{-7}Xd_2 - 7.22 * 10^{-6}Xd_4 + 4.8 * 10^{-7}Xo_5 \quad (8)$$

Siendo y_2 := el margen bruto de la industria del cemento; Xd_1 : Producción de cemento
 Xd_2 := Producción de concreto premezclado; Xd_4 Número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda y Xo_5 el área culminada de edificaciones.

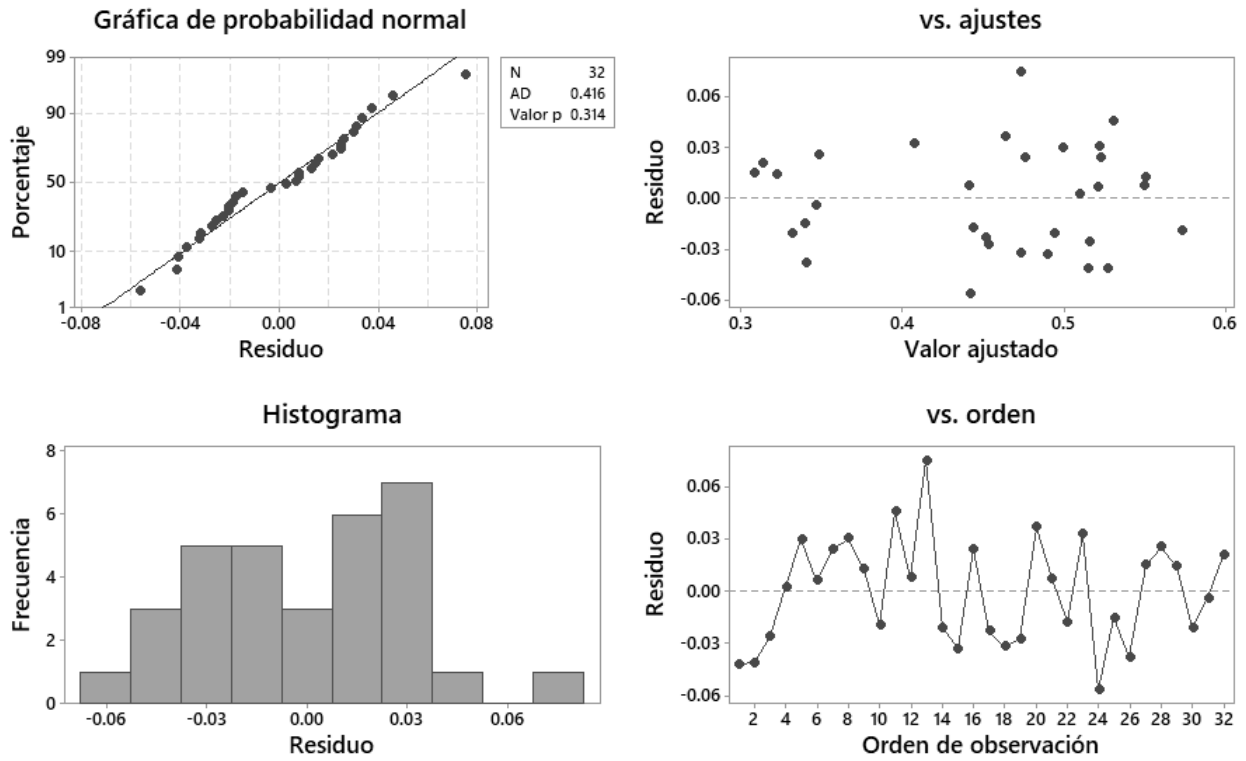
El análisis gráfico de los residuos se presenta en la figura 27, los residuos del modelo presentan normalidad siendo su valor de $P= 0.314$ y mayor al nivel de significancia elegido de 0.05; por otro lado, los residuos se dispersan alrededor de cero y no presentan patrones. Como resultado del análisis gráfico se puede concluir que el modelo 2 no presenta heteroscedasticidad y autocorrelación lo cual se verificará de manera cuantitativa con las pruebas mencionadas en la sección 8.2.6.

La prueba de heteroscedasticidad de White arrojó un R^2 de 34.68%, por lo cual (6) es $nR^2 = 12.247$ que tiene asintóticamente una distribución ji cuadrada con 14 grados de libertad; en este sentido, el valor de ji cuadrado crítico en 5% para 9 gl es de 23.68, por lo cual se puede concluir con base en esta prueba que no se tiene heteroscedasticidad en el modelo 2 puesto que el valor obtenido no excede el valor de ji cuadrado crítico (figura 28).

En lo que respecta a la prueba de autocorrelación el estadístico de Durbin-Watson obtenido para el modelo 2 es de 1.82627. Considerando que el modelo tiene un tamaño muestral n de 32 y cuatro variables explicativas se encuentra que d_L y d_U son 1.177 y 1.732 respectivamente (Gujarati y Porter, 2010), por lo cual no se rechaza la hipótesis nula y por ende se dice que no hay autocorrelación positiva ni negativa en el modelo.

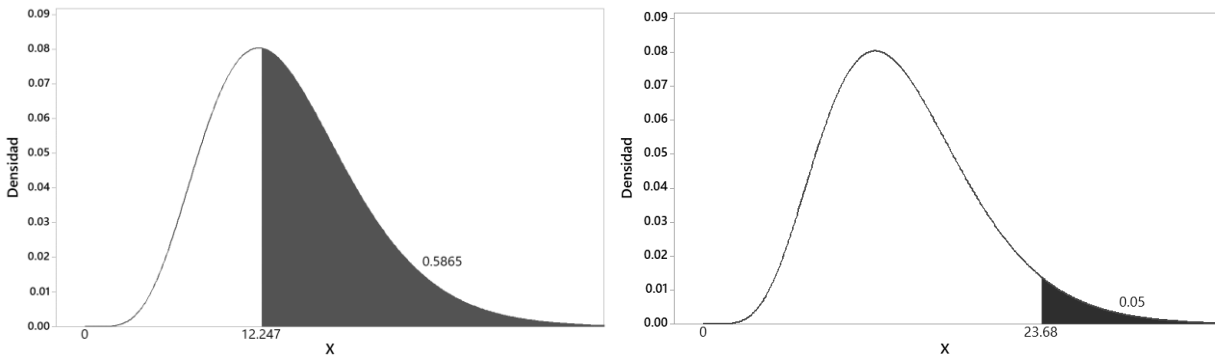
Por último, en la evaluación de idoneidad del modelo se ha encontrado una observación poco común como se muestra en la tabla 13, no obstante, dichas observaciones tienen niveles de apalancamiento menores a $3p/n$ es decir 0.468 y niveles de influencia medidos desde la variable D de Cook menores a 1, por lo cual dicha observación no altera la idoneidad del modelo.

Figura 27. Gráfica de residuos para Y2- Modelo 2 regresión múltiple



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Figura 28. Distribuciones ji cuadrada para 14 grados de libertad-prueba de White



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 13. Ajuste y diagnóstico para observaciones poco comunes del modelo 2

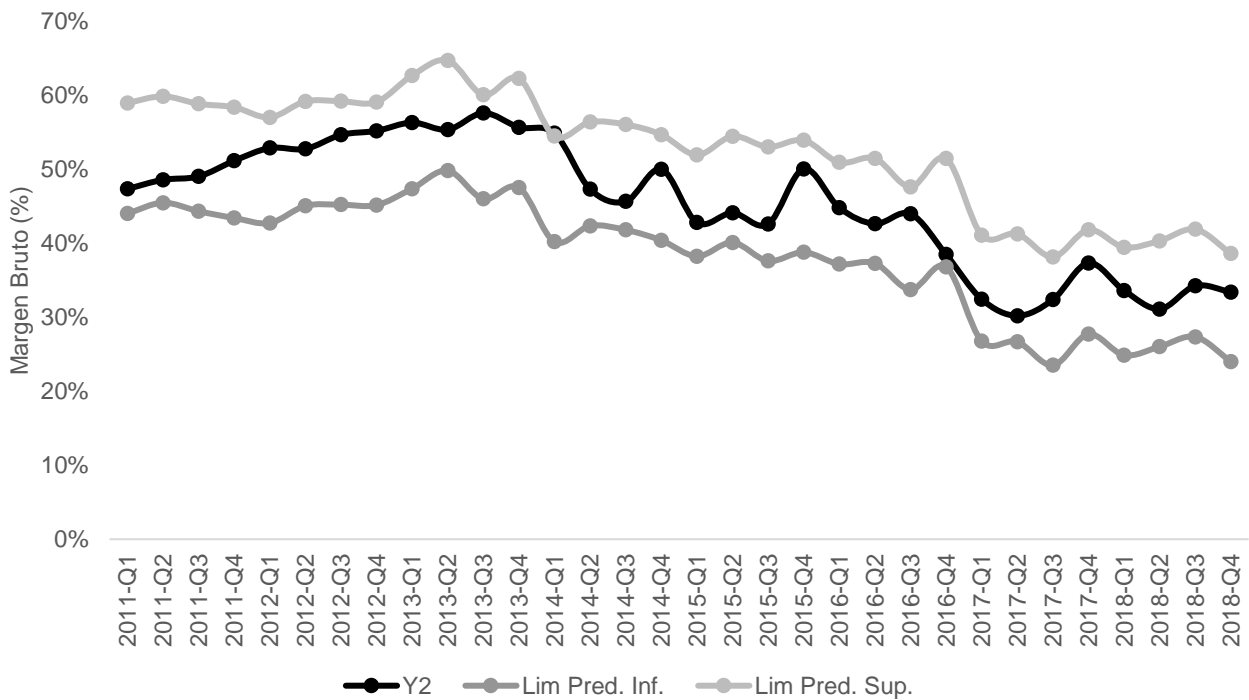
Obs	Y2	Ajuste	Resid	Resid est.
13	0.5490	0.4737	0.0753	2.47 R

Residuo grande R

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

La figura 29 muestra la capacidad predictiva del modelo 2; en efecto se considera un modelo estable y con poder predictivo dentro de la muestra del periodo de análisis de 2011 a 2018, teniendo en cuenta intervalos de confianza y de predicción del 95%.

Figura 29. Capacidad predictiva modelo 2



Fuente: Elaboración propia

9.5. Modelo 3 de regresión múltiple: despachos de cemento Vs. Indicadores sector de la construcción (Oferta y Demanda)

El modelo 3 de regresión múltiple tiene como objetivo medir el impacto del sector de la construcción frente al volumen de despachos de cemento gris (toneladas). En ese sentido, este indicador se comportaría como variable de salida (Y_3) y los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción como variables independientes salvo la producción de cemento gris, la cual se descarta por la relación directa en el proceso que tiene con Y_3 , esta hipótesis es soportada por el coeficiente de Pearson que presenta un valor igual a 0.97. La tabla 14 muestra la operacionalización del modelo 3.

Tabla 14. Descripción variables modelo 3- Margen Bruto Vs. indicadores de la construcción

Variable Dependiente Modelo 3	Unidades	Indicador en Minitab	Origen de Datos
Despachos de cemento gris	Ton	Xd ₁	DANE
VARIABLES INDEPENDIENTES MODELO 3	UNIDADES	INDICADOR EN MINITAB	ORIGEN DE DATOS
Producción de Concreto Premezclado	m ³	Xd ₂	DANE
Número de créditos desembolsados para vivienda	Und	Xd ₃	DANE
Número de créditos de la cartera hip. de vivienda	Und	Xd ₄	DANE
Área censada edificaciones	m ²	Xo ₂	DANE
Área licenciada-edificaciones	m ²	Xo ₃	DANE
Área iniciada-edificaciones	m ²	Xo ₄	DANE
Área culminada edificaciones	m ²	Xo ₅	DANE

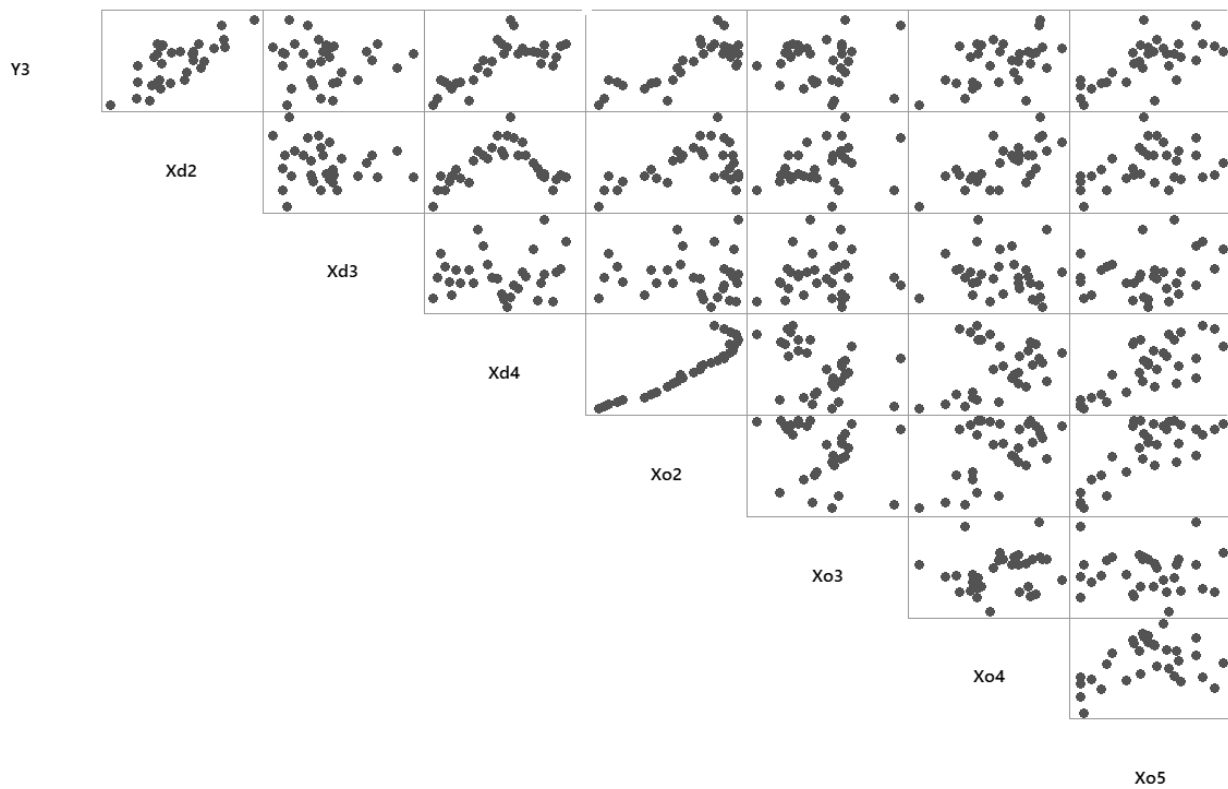
Fuente: Elaboración propia

Al igual que en los modelos de las secciones 8.3 y 8.4 se procedió en primer lugar a verificar las relaciones entre la variable de respuesta y las variables de salida. La figura 30 muestra el gráfico de dispersión donde se observan relaciones positivas con la producción de

concreto premezclado (X_{d2}), el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda (X_{d4}), el área censada de edificaciones (X_{o2}) y el área iniciada de edificaciones (X_{o2}).

En cuanto a las relaciones entre las variables independientes, se observan relaciones positivas fuertes con el área censada de edificaciones (X_{o2}) y el área culminada de edificaciones (X_{o5}); no obstante, en secciones posteriores se verificará la existencia de los grados de multicolinealidad.

Figura 30. Gráfica de Matriz- Modelo 3 Regresión Múltiple



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

De manera cuantitativa el anexo 3 muestra la matriz de correlación que incluye el coeficiente de Pearson y el valor p; afirmando las correlaciones positivas entre la variable Y_3 y la producción de concreto premezclado (X_{d2}) con un coeficiente $R = 0.72$, el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda (X_{d4}) con $R = 0.73$ y el área censada (X_{o2}) con un coeficiente

de Pearson de 0.79. Estos resultados muestran la gran influencia positiva de la construcción en los pronósticos de producción y logística de la industria cementera, los cuales se irán afinando a lo largo de la construcción del modelo.

Avanzando con el proceso de creación del modelo, se realizó un análisis inicial de regresión lineal de los mejores subconjuntos mostrados en la tabla 15, estableciendo que uno de los mejores modelos posibles es aquel que contenga como variables independientes la producción de concreto premezclado (X_{d2}), el número de créditos de la cartera hipotecaria (X_{d4}) y el área iniciada de edificaciones (X_{o4}). Cumpliendo con los parámetros de obtener un R^2_{aj} lo más alto, que para el escenario planteado es de 89.1%, una desviación estándar de 83.489 y un coeficiente de Mallows Cp de 3.7 muy cercano al número de términos del modelo. De acuerdo con lo realizado en los modelos anteriores se deberá confirmar este resultado definiendo el grado de multicolinealidad.

Tabla 15. Resumen de la regresión de los mejores subconjuntos modelo 3

Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajust)	R-cuad. (pred.)	Cp de Mallows	S	X d 2	X d 3	X d 4	X o 2	X o 3	X o 4	X o 5
1	63.6	62.4	59.2	74.1	154850				X			
1	53.6	52.0	48.2	102.2	174868			X				
2	87.4	86.5	84.6	9.4	92719	X		X				
2	80.5	79.2	76.4	28.7	115223	X			X			
3	90.1	89.1	86.7	3.7	83489	X		X			X	
3	89.5	88.3	86.6	5.5	86202	X		X	X			
4	90.7	89.4	86.1	4.0	82358	X		X		X	X	
4	90.7	89.4	86.9	4.0	82369	X		X	X		X	
5	91.3	89.6	86.0	4.5	81517	X		X	X	X	X	
5	90.9	89.2	85.4	5.5	83081	X		X		X	X	X
6	91.4	89.3	85.1	6.2	82507	X		X	X	X	X	X
6	91.4	89.3	85.6	6.2	82594	X	X	X	X	X	X	
7	91.4	89.0	84.5	8.0	83929	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

La tabla 16 muestra la primera iteración del modelo de regresión múltiple entre Y_3 (despachos de cemento) y las siete variables independientes del sector de la construcción. En este caso el área censada de edificaciones (X_{o2}) presenta un FIV de 22.06, lo cual afirma lo observado en la gráfica de matriz donde la variable manifiesta relaciones con las otras “X”. Luego de cuatro iteraciones retirando las variables X_{d3} , X_{o2} , X_{o3} y X_{o5} se obtuvieron índices de inflación de varianza menores a 10 y términos con significancia estadística lo cual permitió continuar con el proceso de la creación del modelo. Por último, el modelo es estadísticamente significativo puesto que su valor p cumple la condición $p < 0.05$. La tabla 17 presenta el resumen de los coeficientes de las variables de salida del modelo 3.

Tabla 16. Coeficientes iniciales modelo 3- Evaluación de Multicolinealidad

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-311856	412971	-0.76	0.458	
X_{d2}	0.956	0.124	7.69	0.000	2.84
X_{d3}	-2.22	5.55	-0.40	0.693	1.19
X_{d4}	2.283	0.571	4.00	0.001	18.20
X_{o2}	-0.0127	0.0107	-1.19	0.244	22.06
X_{o3}	0.0325	0.0236	1.38	0.182	1.86
X_{o4}	-0.0823	0.0410	-2.01	0.056	2.68
X_{o5}	-0.0156	0.0340	-0.46	0.650	3.17

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

La tabla 18 muestra el resumen del modelo 3; donde el R^2_{aj} del modelo señala que la variable de respuesta de despachos de cemento es explicada en un 89% por medio de las variables de demanda del sector de la construcción de producción de concreto premezclado y número de créditos de cartera hipotecaria de vivienda y la variable de oferta del área iniciada de edificaciones. Lo anterior tiene sentido puesto que el cemento es una de las principales materias primas en la fabricación del concreto, por lo que su relación es directamente proporcional.

Por otro lado, el número de créditos hipotecarios refleja la dinámica de financiamiento del sector de la construcción; por último, el área iniciada de edificaciones describe el inicio del ciclo constructivo el cual impacta directamente en los despachos de cemento gris.

Tabla 17. Coeficientes iniciales modelo 3

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	233892	169003	1.38	0.177	
Xd2	0.940	0.105	8.98	0.000	2.03
Xd4	1.424	0.139	10.25	0.000	1.09
Xo4	-0.1006	0.0361	-2.79	0.009	2.11

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 18. Resumen del modelo 3

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
83489.4	90.13%	89.07%	86.70%

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

La ecuación del modelo 3 de regresión múltiple es:

$$y_3 = 233892 + 0.940Xd_2 + 1.424Xd_4 - 0.1006Xo_4 \quad (9)$$

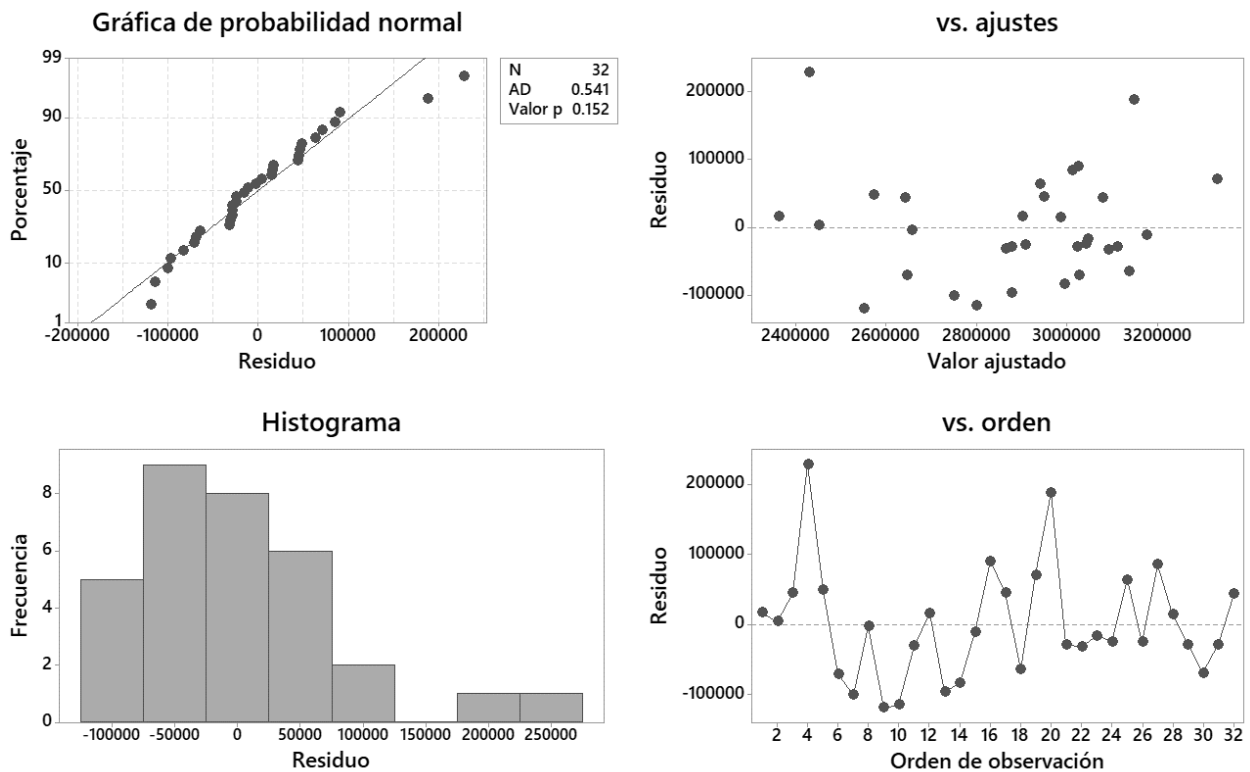
Siendo y_3 := los despachos de cemento gris; Xd_2 := Producción de concreto premezclado; Xd_4 Número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda y Xo_4 el área iniciada de edificaciones.

Continuando con la idoneidad del modelo, el análisis gráfico de los residuos se presenta en la figura 31, los residuos presentan normalidad siendo su valor de $p= 0.152$ y mayor al nivel de significancia elegido de 0.05; por otro lado, los residuos se dispersan alrededor de cero y no

presentan patrones. Como resultado del análisis gráfico se puede concluir que el modelo 3 no presenta heteroscedasticidad y autocorrelación lo cual se verificará de manera cuantitativa con las pruebas aplicadas a los modelos de las secciones anteriores.

En cuanto a la prueba cuantitativa de heteroscedasticidad de White, se obtuvo un R^2 de 25.12%, por lo cual $(6) nR^2 = 8.0384$ que tiene asintóticamente una distribución ji cuadrada con 9 grados de libertad; en este sentido, el valor de ji cuadrado crítico en 5% para 9 gl es de 16.92, por lo cual se puede concluir con base en esta prueba que no se tiene heteroscedasticidad en el modelo 3 puesto que el valor obtenido no excede el valor de ji cuadrado crítico (figura 32).

Figura 31. Gráfica de residuos para Y3- Modelo 3 regresión múltiple



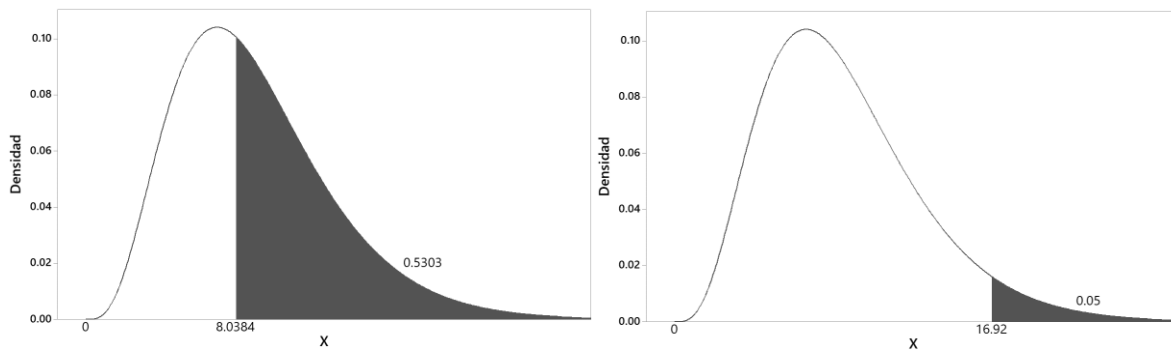
Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

En lo que respecta a la prueba de autocorrelación el estadístico de Durbin-Watson obtenido para el modelo 3 es de 1.43836. Considerando que el modelo tiene un tamaño muestral

n de 32 y tres variables explicativas se encuentra que d_L y d_U 1.244 y 1.650 respectivamente (Gujarati y Porter, 2010), por lo cual se encuentra en la zona de indecisión, es decir no hay pruebas suficientes para concluir si hay o no autocorrelación de primer orden.

Por último, en la evaluación de idoneidad del modelo 3 se han encontrado dos observaciones poco comunes como se muestra en la tabla 19, no obstante, dichas observaciones tienen niveles de apalancamiento menores a $3p/n$, es decir, 0.375 y niveles de influencia medidos desde la variable D de Cook menores a 1, por lo cual dichas observaciones no alteran la idoneidad del modelo.

Figura 32. Distribuciones ji cuadrada para 9 grados de libertad-prueba de White



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 19. Ajuste y diagnóstico para observaciones poco comunes del modelo 3

Obs	Y3	Ajuste	Resid	Resid est.	
4	2657393	2429234	228159	3.03	R
20	3336097	3147978	188119	2.37	R

Residuo grande R

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Como ejercicio complementario se realizó las validaciones para el trimestre uno de 2019 con los datos reportados por el DANE mostrados en la tabla 20, obteniendo los resultados presentados en la tabla 21.

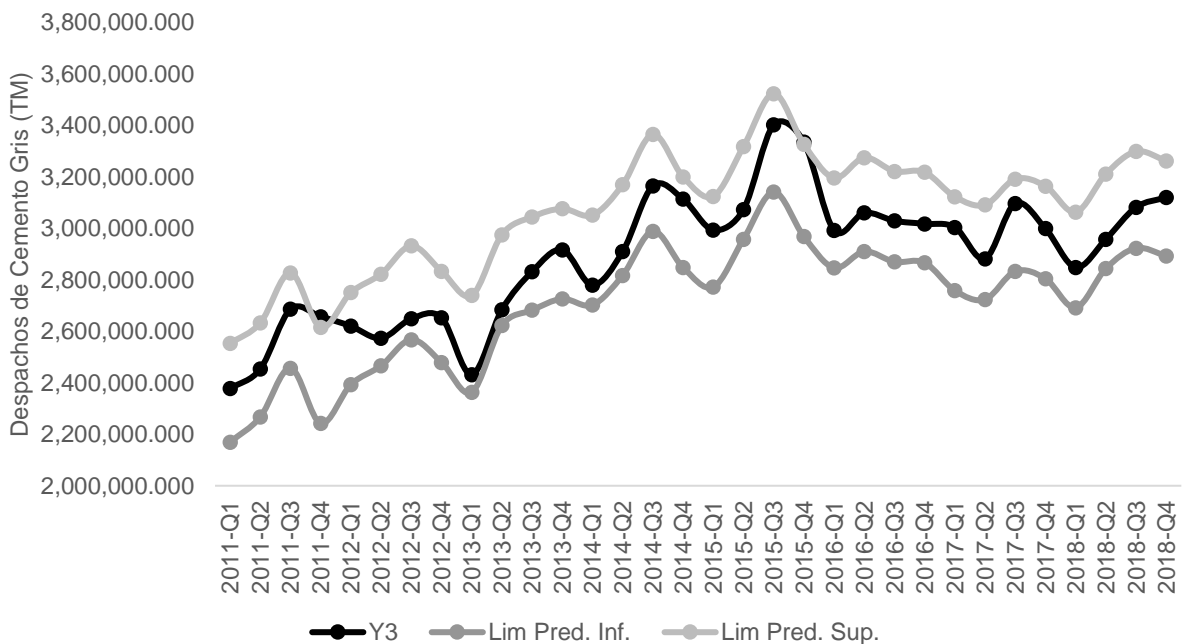
Tabla 20. Datos reales variables modelo 3 para validación de predicción del modelo 3

Variable	Valor de configuración
Xd2	1679121
Xd4	1157705
Xo4	4578567

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Los resultados reflejan un error máximo del 9% y mínimo del 4%, lo cual le da capacidad de estimación en cuanto al uso en procesos de presupuestos para compañías de la industria cementera.

Figura 33. Capacidad predictiva modelo 3



Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Tabla 21. Predicción del modelo despachos de cemento año 2019-I

Ajuste	EE de ajuste	IC de 95%	IP de 95%
2999366	36546.5	(2924504, 3074228)	(2812678, 3186054)

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

La figura 33 muestra la capacidad predictiva del modelo 3; en efecto se considera un modelo estable y con poder predictivo dentro de la muestra del periodo de análisis de 2011 a 2018, teniendo en cuenta intervalos de confianza y de predicción del 95%.

9.6. Resumen modelos de regresión múltiple Rentabilidad Vs. Indicadores sector construcción (Oferta y Demanda)

Los diferentes modelos de regresión múltiple que relacionaban la rentabilidad con los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción se muestran resumidos en la tabla 22, donde se puede inferir que la producción de concreto premezclado tiene como destino la vivienda, obras civiles, edificaciones y otros usos tiene un alto impacto en la industria cementera; repitiéndose como variable de entrada e independiente en los tres modelos. Lo anterior, se explica por ser compañías integradas verticalmente siendo la fabricación de concreto un canal de distribución para el cemento y la principal materia prima en su elaboración; una medida estadística que confirma su fuerte relación ha sido el coeficiente de correlación que para el modelo 3 fue de 0.72.

Otra variable del sector de la construcción que se repite en los modelos, es decir, que ha impactado la rentabilidad de la industria cementera ha sido el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda, el cual muestra un comportamiento estable en el periodo de análisis, no obstante el comportamiento de este indicador ratifica el hecho que el sistema financiero abastece

entre el 50% y 60% de la demanda formal de vivienda (Asobancaria, 2016) y cualquier movimiento puede ser un colateral para otras industrias.

Por último, se observaron algunas variables como el área culminada de edificaciones para los modelos 1 y 2 la cual se consideró como una variable de ajuste. En cuanto a los despachos de cemento gris, como indicador de demanda si afecta el margen bruto como medida de rentabilidad. En lo que respecta al modelo 3 con los despachos de cemento gris como variable de salida se ratifican las variables ya mencionadas adicionando el área iniciada de edificaciones, medida que permite tener una visibilidad de la dinámica propia de la construcción en el país.

Tabla 22. Resumen modelos de regresión múltiple

Descripción	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Variable de Salida del modelo	Y1:=Ventas de la industria del cemento	Y2: Margen Bruto	Y3:=Despachos de Cemento Gris
Variables de Entrada del modelo	Xd2-Xd4-Xo5	Xd1-Xd2-Xd4-Xo5	Xd2-Xd4-Xo4
R-Cuad (ajustado)	84,42%	85,45%	89,07%

Fuente: Elaboración propia

10. LOGRO DE OBJETIVOS

La presente investigación tenía como objetivo general analizar mediante un modelo causal de regresión el comportamiento del sector de la construcción, y su impacto en la rentabilidad de la industria del cemento en Colombia durante el periodo de análisis 2011-2018, mediante tres objetivos específicos.

En primer lugar, se describió la oferta y la demanda del sector de la construcción en Colombia para el periodo de estudio, por medio de un análisis cuantitativo de variaciones porcentuales anuales y la afectación de factores exógenos para los indicadores de oferta del sector de la construcción en el capítulo 6 sección 6.1 y los indicadores de demanda en la sección 6.2 del mismo capítulo.

En cuanto al segundo objetivo específico, en el capítulo 7 se describió el comportamiento financiero de la rentabilidad de la industria cementera en Colombia, mediante el análisis de variaciones porcentuales anuales para los márgenes brutos, operativos y netos considerando algunos hechos que afectaron su desempeño. Adicional, los retornos sobre los activos y patrimonio fueron descritos como parte de los indicadores de rentabilidad de la industria cementera.

En la sección 7.1, se ha realizado un análisis cualitativo y cuantitativo en relación con las ventas de la industria, teniendo como base las tres principales compañías que representan el 70% de participación de manera trimestral en el periodo de análisis. Por otra parte, en la sección 7.2 se realizó la descripción y análisis de la variación porcentual del margen bruto considerando la composición de las compañías antes mencionada.

Respecto al tercer objetivo, en el capítulo 8 se establecieron dos modelos de regresión múltiple, que permitieron describir la relación de las variables de oferta y demanda del sector de la construcción con la rentabilidad de la industria cementera. En la sección 8.3, se construyó el modelo 1 que relaciona las ventas a precios constantes como variable dependiente y los indicadores de la construcción mencionados en el capítulo 6 como variables independientes.

Los resultados del tercer objetivo fueron reforzados al realizar el modelo 2, descrito en la sección 8.4 que muestra las relaciones entre el margen bruto como variable dependiente de salida y los indicadores del sector de la construcción como variables independientes.

Por último, el objetivo cuatro se ha alcanzado mediante la creación del modelo 3 de la sección 8.5, el cual relaciona la demanda de cemento (despachos de cemento gris en toneladas) y las variables de oferta y demanda del sector de la construcción. Este modelo permitió realizar estimaciones del desempeño de la industria en Colombia para el 2019-I, considerando que esta variable es explicada en un 89% por medio de las variables: producción de concreto premezclado, número de créditos de cartera hipotecaria de vivienda y el área iniciada de edificaciones.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

El sector de la construcción en Colombia se ha caracterizado por su fuerte influencia en la economía del país soportado por su participación en el PIB. Durante los últimos años los proyectos de infraestructura y vivienda impulsados por los gobiernos de turno han determinado el desempeño de este. Por otro lado, alrededor de la construcción se desarrollan otras industrias las cuales pueden verse afectadas por los comportamientos propios del sector; es el caso de la industria cementera la cual se presenta como un oligopolio con tres grandes jugadores como Argos, Cemex y Holcim que representan el 75% del mercado en volumen de cemento gris y siete jugadores independientes que cuentan con el 25% restante de la participación.

La construcción describe su comportamiento a través de cinco indicadores de oferta y seis de demanda definidos por el DANE. En el caso de los indicadores de la oferta para el sector de la construcción en Colombia se evidenció que durante el periodo de análisis, la producción de cemento gris ha experimentado un crecimiento del 15% con variaciones negativas para el año 2016 y 2017. En lo que respecta al área censada de edificaciones se evidencia un incremento en la actividad edificadora teniendo trimestres promedios de cuarenta millones de m² en el año 2018, esto representa un crecimiento de aproximadamente el 75%. No obstante, los crecimientos año a año reflejan una desaceleración del sector de la construcción en sus diferentes fases, verbigracia un decrecimiento de -3.4% entre los años 2017 y 2018. Por otro lado, es importante resaltar que para el 2017 el área iniciada de edificaciones se encontraba por debajo del área culminada de edificaciones en aproximadamente un millón de metros cuadrados; lo cual impactó directamente la actividad constructora del sector.

En lo que respecta a los indicadores de demanda del sector de la construcción, el comportamiento de los despachos de cemento gris creció un 18% durante el periodo de análisis 2011-2018 con despachos anuales para el 2018 de 12 MMTM, la producción trimestral promedio se ubica en 1.8 millones de m³ con crecimientos superiores al 5% durante los primeros cinco

años, para el año 2016 las caídas también fueron superiores al -5% con un máximo de -10.6 %. Este fenómeno es explicado por el decrecimiento de oferta en cuanto a iniciaciones de proyectos, siendo el concreto un producto que se usa en el inicio e intermedio de las obras de construcción.

En cuanto a los créditos se puede concluir que el crecimiento en el periodo de 2011-2018 fue de tan solo 1.4% afectado principalmente por el incremento en las tasas de interés de colocación y el costo de fondeo de largo plazo lo cual trajo como consecuencias una ralentización de los créditos hipotecarios.

Por otro lado, la industria cementera fue analizada desde el punto de vista de la rentabilidad. En cuanto a los márgenes de la industria se observó una caída en el margen neto del año 2017 de 18% equivalente a una variación del 88% producto de la sanción impuesta por la Superintendencia de Industria y Comercio por cartelización de los precios a las tres principales compañías del sector (SIC, 2017). Adicional, se observó que el margen bruto ha venido presentando variaciones negativas año a año, pasando de 49.5% en el 2014 a niveles de 33% en el último año. Lo anterior es explicado por la reducción de ventas a partir del 2016 y el incremento en los principales costos de la estructura de negocios como energía y carbón. En cuanto a los indicadores del ROE se observa una mejora a niveles del 2.7% para el sector y 1.8% para el ROA, los cuales siguen siendo bajos frente a los niveles alcanzados en 2016 donde alcanzaron 9% y 6% respectivamente.

La investigación planteó el desarrollo de tres modelos econométricos de regresión múltiple, los dos primeros que permitieron analizar las relaciones entre la rentabilidad del sector como variable de respuesta vista desde las ventas a precios constantes de la industria cementera para el modelo 1 y el margen bruto para el modelo 2; ambos relacionados con las variables independientes definidas desde los indicadores de oferta y demanda del sector de la construcción descritos en el capítulo 6.

En primer lugar, el modelo 1 señaló que la variable de respuesta de ventas a precios constantes de la industria del cemento es explicada en un 84% por medio de las variables de demanda del sector de la construcción de producción concreto premezclado y número de créditos de cartera hipotecaria de vivienda y la variable de oferta del área culminada de edificaciones.

En cuanto al modelo 2, señaló que la variable de respuesta de margen bruto de la industria del cemento es explicada en un 85% por medio de las variables de demanda del sector de la construcción de producción de cemento gris, producción de concreto premezclado y número de créditos de cartera hipotecaria de vivienda y la variable de oferta del área culminada de edificaciones.

Se resalta que estos resultados explican que la rentabilidad del negocio se encuentra en los volúmenes de producción de los principales materiales de construcción como lo son el cemento y el concreto, el primero afectando de manera negativa la rentabilidad, explicado principalmente por los costos operacionales y de almacenamiento; para el caso del concreto se reafirma la idea de una industria con un modelo integrado de manera vertical hacia adelante el cual contribuye de manera positiva a la rentabilidad del negocio siendo un canal de venta de cemento para las diferentes compañías. En cuanto al número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda, este indicador refleja nuevamente lo explicado en el modelo 1, es decir, el efecto de tener oferta terminada de vivienda y en consecuencia el cierre de proyectos que consumen materiales de construcción, generando un efecto de retracción en las industrias periféricas al sector de la construcción.

Por último, el modelo 3 señala que la variable de respuesta de despachos de cemento es explicada en un 89% por medio de las variables de demanda del sector de la construcción de producción de concreto premezclado y número de créditos de cartera hipotecaria de vivienda y la variable de oferta del área iniciada de edificaciones. Lo anterior tiene sentido puesto que el cemento es una de las principales materias primas en la fabricación del concreto, por lo que su relación es directamente proporcional. Por otro lado, el número de créditos hipotecarios refleja la dinámica de financiamiento del sector de la construcción; por último, el área iniciada de edificaciones describe el inicio del ciclo constructivo el cual impacta directamente en los despachos de cemento gris.

En conclusión, la industria cementera está estrechamente relacionada con la construcción; manifestándolo por medio de los principales indicadores del sector que han afectado su desempeño en cuanto a rentabilidad. Los principales factores que la han impactado han sido por el lado de la demanda la producción de concreto premezclado, evidenciando el efecto de tener

industrias integradas verticalmente y el hecho de ser productos propios de los ciclos constructivos del país. Por otro lado, el número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda, el cual afirma el papel que debe jugar el sector financiero en la dinámica y comportamiento del sector de la construcción. En cuanto a los indicadores de oferta se determinó el área culminada de edificaciones como una variable de ajuste en los modelos; y el área iniciada de edificaciones como factor relevante en los despachos de cemento gris.

11.2. Recomendaciones

En consecuencia, estos resultados evidencian la importancia del sector de la construcción sobre la industria cementera del país, abriendo las puertas a la discusión sobre las posiciones del gobierno central en temas como la financiación de vivienda Vis y No Vis, las cuales incentiven la confianza de los participantes del ciclo de vida de los proyectos de construcción. En ese sentido, se recomienda para próximos trabajos de investigación relacionar los comportamientos de vivienda con el desempeño financiero de las compañías cementeras y principales constructoras del país. Por otro lado, la financiación de los nuevos proyectos de infraestructura jugará un papel importante en el crecimiento del sector de la construcción en los próximos años, para lo cual se recomienda establecer factores que permitan medir el desempeño de este subsegmento del sector de la construcción y medir su impacto en la rentabilidad de la industria cementera del país.

De manera semejante, la industria cementera se deberá replantear nuevos esquemas de estructuración de proyectos llave en mano con los actores principales del sector de la construcción. Ampliación de portafolio en productos de valor agregado para las necesidades actuales de la sociedad en el marco de un mercado reducido con nuevos competidores entrantes. Por último, se recomienda a las compañías cementeras desarrollar e implementar modelos de eficiencia y excelencia operativa que garanticen la generación de valor, permitiéndose volver a los márgenes brutos alcanzados en los años 2014.

REFERENCIAS

- ASOBANCARIA. (2016). Situación del sector de vivienda y financiamiento hipotecario en Colombia. Semana Económica 2016. Recuperado de: https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2018/02/Sem_1048.pdf
- Cárdenas, M., Cadena, X., y Quintero, J. (2004). Determinantes de la actividad constructora en Colombia. Fedesarrollo. Recuperado de: https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/1166/Repor_Diciembre_2004_Cadena_Cardenas_y_Quintero_definitivo.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- CAMACOL. (2008). *El sector de la construcción en Colombia: hechos estilizados y principales determinantes del nivel de actividad*. Recuperado de: https://www.camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/EE_Inv20081119101141_0.pdf
- CAMACOL. (2018). *Profundización financiera hipotecaria en Colombia avances y retos*. Recuperado de: <https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20econo%CC%81mico%20No%20103%20VF.pdf>
- CAMACOL. (2019). *Balance del primer trimestre de 2019; un mercado a la espera de señales de recuperación*. No. 104. Bogotá D.C. Colombia. Recuperado de: <https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Un%20Mercado%20a%20la%20Espera%20de%20Se%C3%B1ales%20de%20Recuperaci%C3%B3n.pdf>
- Comtrade (2018). *Datos de intercambio comercial de cemento para Colombia*. Recuperado de: <https://comtrade.un.org/data/>
- 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 de: <http://ojs.tdea.edu.co/index.php/encontexto/article/download/411/461/>
- Cortes, R., Acevedo, S., Madrid, F., y Soto, E. (2016). *Rendimiento financiero en empresas productoras de cemento, cal y yeso de Antioquia en el periodo 2008 al 2013 y su relación con el PIB del sector manufacturero*. Revista Science of Human Action. 1 (1), 8-36. Recuperado de: <https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/SHA/article/download/1912/pdf>
- DANE. (2017). Ficha metodológica estadísticas de concreto premezclado. Versión 2. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/construccion/DSO-EC-MET-001-v2.pdf>

- 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*. Recuperado de: 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 Censo de Edificaciones (CEED) I trimestre*. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol_ceed_Itrim19.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
- DANE. (2019). *Boletín técnico financiación de vivienda primer trimestre de 2019*. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/fin_vivienda/bol_FIVI_Itrim19.pdf
- DANE. (2019). *Boletín técnico licencias de construcción, marzo*. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/licencias/bol_lic_feb19.pdf
- DANE. (2019). *Cartera hipotecaria de vivienda IV trimestre del 2018*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/cartera-hipotecaria-de-vivienda>
- DANE. (2019). *Empleo y desempleo*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>

- DANE. (2019). *Estadísticas de cemento gris por canal de distribución (ECG)*. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/estadisticas-de-cemento-gris>
- DANE. (2019). *Estadísticas de concreto premezclado (EC)*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/estadisticas-de-concreto-premezclado>
- Díaz, N. (2012). *Con permiso para construir*. Revista Portafolio. Bogotá-. Recuperado de : <https://www.portafolio.co/opinion/redaccion-portafolio/permiso-construir-106078>
- Dinero (marzo de 2018). *La mala racha de industria cementera en Colombia*. Revista Dinero. Recuperado de: <https://www.dinero.com/edicion-impresita/negocios/articulo/estado-de-las-cementeras-en-colombia/256335>
- Durbin, J., & Watson, G. (1950). *Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression: I*. Biometrika, 37(3/4), 409-428. doi:10.2307/2332391
- EMIS. (2019). Business report- Estados Financieros Cementos Argos. Recuperado de: <https://www.emis.com/es>
- EMIS. (2019). Business report- Estados Financieros Cemex Colombia. Recuperado de: <https://www.emis.com/es>
- EMIS. (2019). Business report- Estados Financieros Holcim Colombia. Recuperado de: <https://www.emis.com/es>
- Gitman, L. y Zutter, C. Principios de administración financiera. Naucalpan de Juárez, México: Pearson.
- Gregori, T., & Pietroforte, R. (2015). *An input-output analysis of the construction sector in emerging markets*. Construction Management and Economics. 33 (2), 134-145. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2015.1021704>
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.
- Hanke, J., y Reitsch, A. (1996). *Pronósticos en los negocios*. Ciudad de México, México: Prentice Hall
- Manrique, H. (2007). *Hacia una comprensión de la gestión estratégica de las empresas colombianas: el caso del sector de la construcción*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia
- Miller, R., & Blair, P. (2010). *Input-Output analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge. 2ed.

- Oyeshola, F., & 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.
- Pindyck, R., y Rubinfeld, D. (2001). *Econometría: Modelos y Pronósticos [Versión PDF Document]*. Recuperado de: <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2091>
- Prabhakar, P., & Kumar, M. (2017). *Cement industry: the demand supply dynamics*. Journal of case research 8 (02). Recuperado el 30 de agosto de 2018, de Business Source Ultimate.
- Ríos, J., Olaya, Y., y Rivera, G. (2017). *Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica de sistemas*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 16. 75-95. doi: 10.22395/rium.v16n31a4
- Ríos, J., Olaya, Y. (2017). *Sostenibilidad del consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia, 1990-2013*. Lecturas De Economía, 86, 127. Recuperado de: <http://basesbiblioteca.uexternado.edu.co:2048/login?url=https://basesbiblioteca.uexternado.edu.co:2526/docview/1872234866?accountid=48014>
- Salmeron, B., y Blanco, V. (2016). El problema de un tamaño muestral pequeño en la regresión lineal: micronumerosidad. Revista electrónica de comunicaciones y trabajos de ASEPUMA., vol.17, 166-167. Recuperado de: <http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.C7D41562&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Sectorial. (2018). *Informe sector cemento junio 2018*. Recuperado de: 181.48.106.246 el 2018-09-15 22:35:16 BST. EMIS.
- SIC. (2017). Resolución 81391 de 2017. Recuperado de: http://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Normativa/Resoluciones/Resolucion_81391_2017.pdf
- Skuflic, L., Mlinaric, D., & Druzic, M. (2018). *Determinants of construction sector profitability in Croatia*. Ekon Fak 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.

- Urrutia, M., Namen, O. (2012). *Historia del crédito hipotecario en Colombia*. Recuperado de: <http://www.banrep.gov.co/es/node/29659>
- White, H. (1980). A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817-838. doi:10.2307/1912934
- Wooldridge, J. (2009). *Introducción a la econometría un enfoque moderno*. Ciudad de México, México: Cengage Learning.
- Xing, W., & 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

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de correlación variables del modelo 1

	Y1	Xd1	Xd2	Xd3	Xd4	Xo1	Xo2	Xo3	Xo4
Xd1	-0.000 0.999								
Xd2	0.572 0.001	0.727 0.000							
Xd3	-0.037 0.839	-0.012 0.950	-0.116 0.528						
Xd4	-0.562 0.001	0.732 0.000	0.218 0.231	0.089 0.629					
Xo1	-0.025 0.892	0.977 0.000	0.678 0.000	0.060 0.745	0.722 0.000				
Xo2	-0.323 0.072	0.798 0.000	0.451 0.010	0.013 0.945	0.936 0.000	0.766 0.000			
Xo3	0.545 0.001	0.002 0.993	0.330 0.065	0.047 0.800	-0.417 0.017	0.050 0.786	-0.290 0.108		
Xo4	0.355 0.046	0.482 0.005	0.712 0.000	-0.126 0.494	0.286 0.113	0.431 0.014	0.512 0.003	0.194 0.288	
Xo5	-0.156 0.393	0.652 0.000	0.351 0.049	0.247 0.172	0.743 0.000	0.688 0.000	0.753 0.000	-0.031 0.868	0.334 0.062

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Anexo 2. Matriz de correlación variables del modelo 2

	Y2	Xd1	Xd2	Xd3	Xd4	Xo1	Xo2	Xo3	Xo4
Xd1	-0.485								
	0.005								
Xd2	0.111	0.727							
	0.544	0.000							
Xd3	0.076	-0.012	-0.116						
	0.681	0.950	0.528						
Xd4	-0.826	0.732	0.218	0.089					
	0.000	0.000	0.231	0.629					
Xo1	-0.486	0.977	0.678	0.060	0.722				
	0.005	0.000	0.000	0.745	0.000				
Xo2	-0.668	0.798	0.451	0.013	0.936	0.766			
	0.000	0.000	0.010	0.945	0.000	0.000			
Xo3	0.501	0.002	0.330	0.047	-0.417	0.050	-0.290		
	0.004	0.993	0.065	0.800	0.017	0.786	0.108		
Xo4	0.034	0.482	0.712	-0.126	0.286	0.431	0.512	0.194	
	0.853	0.005	0.000	0.494	0.113	0.014	0.003	0.288	
Xo5	-0.375	0.652	0.351	0.247	0.743	0.688	0.753	-0.031	0.334
	0.035	0.000	0.049	0.172	0.000	0.000	0.000	0.868	0.062

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Anexo 3. Matriz de correlación variables del modelo 3

	Y3	Xd2	Xd3	Xd4	Xo2	Xo3	Xo4
Xd2	0.727 0.000						
Xd3	-0.012 0.950	-0.116 0.528					
Xd4	0.732 0.000	0.218 0.231	0.089 0.629				
Xo2	0.798 0.000	0.451 0.010	0.013 0.945	0.936 0.000			
Xo3	0.002 0.993	0.330 0.065	0.047 0.800	-0.417 0.017	-0.290 0.108		
Xo4	0.482 0.005	0.712 0.000	-0.126 0.494	0.286 0.113	0.512 0.003	0.194 0.288	
Xo5	0.652 0.000	0.351 0.049	0.247 0.172	0.743 0.000	0.753 0.000	-0.031 0.868	0.334 0.062

Fuente: Elaboración propia (Minitab 18)

Anexo 4. Propuesta inicial de intervención aprobada por el comité y asignación de tutor



Acreditada
en Alta Calidad
Res. n.º 29499 del Mineducación.
29/12/17 vigencia 28/12/21

Bogotá D.C., 04 de febrero de 2019

Estimada(o) estudiante C.C. 1018425746- JONATHAN DAVID SALAMANCA MORA, de manera atenta el Comité de Maestría en Gestión Financiera (MGF) se permite confirmar que:

- Su propuesta de trabajo de grado de título "ANÁLISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU IMPACTO SOBRE LA RENTABILIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN" fue aprobada(o).
- El tutor asignado es el profesor CARLOS FAJARDO, correo chfajardo@universidadean.edu.co
- Por favor póngase en contacto con el tutor acordando un plan de trabajo. Tenga en cuenta la siguiente programación de meses de grado colectivo de la Universidad EAN y las fechas máximas de recepción de trabajos de grado en el siguiente link <https://classroom.google.com/u/0/c/NiQ3NzkwOTc3OFNa/a/NiQ3NzkzODQ1MVVa/details>.

Fecha Máxima de entrega	Mes de Grado
24 de Marzo de 2019	Octubre/2019
22 de Septiembre de 2019	Abril/2020

- La vigencia de la presente aprobación es por un año (1) en el cual las actividades a desarrollar en conjunto con su tutor incluyen:
 1. Desarrollar su trabajo de grado de acuerdo al cronograma acordado con el Tutor
 2. Realizar ajustes al trabajo de grado solicitados por el Tutor
 3. Entregar el trabajo de grado en la plataforma con visto bueno del Tutor para revisión de Jurados.
 4. Realizar ajustes, si se tienen, solicitados por los Jurados
 5. Sustentar su Trabajo de Grado en la fecha asignada.
 6. Subir el trabajo al repositorio Minerva de la Biblioteca de la Universidad EAN

Aclaración en relación a la confidencialidad del trabajo de investigación aplicada

El proyecto de investigación será realizado en una organización elegida por usted; esto implica ajustarse a las políticas internas de la empresa para el trato de información sensible o confidencial. La organización puede exigir confidencialidad en el documento final por lo cual debe estar mencionada de manera explícita con la palabra "CONFIDENCIAL" en la portada. Es su responsabilidad preservar la información sensible y/o confidencial siguiendo al pie de la letra el reglamento de propiedad intelectual de la Universidad EAN (http://edicionesean.universidadean.edu.co/imagenes/normas/propiedad_intelectual/).

El presente comité queda atento a apoyar desde lo académico para en pro de la terminación del trabajo de grado, en atención a lo mencionado en el Artículo 8, numeral 8.12 del Reglamento Estudiantil (Acuerdo 01 Julio 21 de 2016)

Cordial saludo

Comité de Maestría en Gestión Financiera (MGF)

- Docente Seminario de Investigación Aplicada
- Director del Departamento Académico de Finanzas
- Coordinador de Programa Académico MGF
- Delegado de Gerencia de Investigaciones y de Gestión del Conocimiento

Importante: Después de sustentar su trabajo de Grado, recuerde registrar la versión final y aprobada en nuestro repositorio Biblioteca Digital Minerva, el cual es requisito para la firma del Paz y Salvo de Grado. Cualquier apoyo y/o asesoría que requiera puede comunicarse con Carlos Julio Rojas, profesional de Biblioteca a las extensiones 3380, 3376, 3318 y 2316 o al correo



©Universidad Ean: SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. n.º 2898 del Minjusticia - 16/05/99

El Nogal: Cl- 79 n.º 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica
universidadean.edu.co



Acta de Avance de Intervención (Diligenciada por el tutor)

1. Datos de Estudiante

Nombres y Apellidos: Jonathan David SALAMANCA MORA

Documento de Identidad: 1.018.425.746 de Bogotá

Programa: Maestría en Gestión Financiera

2. Datos de la propuesta de intervención

Título de la propuesta de intervención:

Análisis de la oferta y la demanda del sector de la construcción y su impacto sobre la rentabilidad en la industria del cemento en Colombia (2011-2018)

Objetivo General:

Analizar mediante un modelo econométrico de regresión múltiple el comportamiento del sector de la construcción y su impacto en la rentabilidad de la industria del cemento en Colombia durante el periodo de 2011-2018.

Objetivos Específicos:

1. Describir la oferta y la demanda del sector de la construcción en Colombia durante el periodo 2011-2018.
2. Describir el comportamiento de los principales indicadores financieros de rentabilidad de la industria cementera en Colombia durante el periodo 2011-2018.

Anexo 6. Acta de avance de intervención (continuación)

3. Establecer un modelo causal de regresión que describa la relación de las variables de oferta y demanda del sector de la construcción con los indicadores de desempeño de rentabilidad de la industria del cemento en Colombia durante el periodo 2011-2018.
4. Realizar estimaciones y recomendaciones del comportamiento de los despachos de cemento gris tomando como base el modelo causal de regresión para la industria cementera de Colombia.

Área de investigación aplicada: Econometría y Finanzas

3. Datos de Seguimiento

Fecha de realización comité evaluador: 20/09/2019

Tutor Asignado: Carlos Hernan Fajardo Toro

Porcentaje de avance del trabajo: 100%

Notas: Listo para revisión por evaluadores



Firma Estudiante



Firma Tutor

Anexo 7. Licencia de uso/autorización de los autores

LICENCIA DE USO - AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Actuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo Jonathan David Salamanca Mora

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número 1.018.425.746

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número _____

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número _____

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número _____

El (Los) suscritor(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Análisis de la oferta y la demanda del sector de la construcción y su impacto sobre la rentabilidad en la industria del cemento en Colombia (2011-2018)

Dejo (dejamos) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: SI NO
(Si marqué (marcamos) SI, en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:


- A. Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- B. Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo Internet.
- C. Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro.
- D. Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico.
- E. Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento.
- F. Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio.

Anexo 8. Licencia de uso/autorización de los autores (continuación)

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifestamos) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue producto de mi (nuestro) ingenio y esfuerzo personal y la realizé (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.

NOMBRE COMPLETO: <u>Jonathan D Salazar M</u>	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: 	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1018425146</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: <u>Administración</u>	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Maestría en gestión financiera</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

Fecha de firma: 20 de Septiembre de 2019