

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES EXÓGENOS QUE GENERAN
RIESGOS DE INVERSIÓN EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA
PARA LOS ESTRATOS 4, 5 Y 6 DESARROLLADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA
DE BUCARAMANGA

VICENTE PAUL TRUJILLO BORJA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2018

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES EXÓGENOS QUE GENERAN
RIESGOS DE INVERSIÓN EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA
PARA LOS ESTRATOS 4, 5 Y 6 DESARROLLADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA
DE BUCARAMANGA

VICENTE PAUL TRUJILLO BORJA

Trabajo de grado para optar al título de:
Magíster en Ingeniería Civil

Director:
LEONARDO BARÓN PÁEZ
MSc. Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2018

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento es para mi familia quienes están a mi lado aunque no estén presentes a Ximena por su apoyo incondicional y a la planta docente de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, en especial al coordinador de maestrías y a los asesores que han compartidos su conocimiento para llevar acabo el presente trabajo investigativo, además el reconocimiento a la Contraloría General del Estado de la República del Ecuador por autorizar una licencia de estudios que me ha permitido efectuar este estudio en la República de Colombia

CONTENIDO

1	Planteamiento del problema	15
1.1	Descripción.....	15
2	Objetivos	19
2.1.1	Objetivo General	19
2.1.2	Objetivos Específico	19
2.2	Justificación.....	19
3	Marco conceptual	22
3.1	Riesgo.....	22
3.2	Variables que afectan un proyecto de inversión	23
3.2.1	Variables Endógenas	24
3.2.2	Variables Exógenas	24
4	Marco de referencia.....	25
4.1	Antecedentes	25
4.2	Estado del Arte.....	26
5	Metodología.....	27
5.1	Tipo de estudio	27
6	Elaboración del modelo	29
6.1	Clasificación de las variables que afectan los proyectos de infraestructura	29
6.1.1	Determinación de las variables.....	32
6.1.1.1	Variables Endógenas	33
6.1.1.1.1	Ingresos del proyecto.....	33
6.1.1.1.2	Egresos del proyecto.....	33
6.1.1.1.3	Tasa de oportunidad del inversionista.....	33
6.1.1.1.4	Gestión social del proyecto.....	33
6.1.1.1.5	Estudios completos y adecuados	34
6.1.1.1.6	Aspectos de gerencia y administración del proyecto	34
6.1.1.1.7	Desconocimiento de leyes y normas	34
6.1.1.1.9	Identificación de ecosistemas sensibles	35
6.1.1.2	Indicadores para las Variables Endógenas.....	35

6.1.1.3	Variables Exógenas	35
6.1.1.3.1	Tasas de interés de préstamos	36
6.1.1.3.2	Inflación.....	36
6.1.1.3.3	Tasa de cambio	37
6.1.1.3.4	Producto Interno Bruto.....	37
6.1.1.3.5	Tasa de impuestos	38
6.1.1.3.6	Oferta	38
6.1.1.3.7	Demanda.....	38
6.1.1.3.8	Riesgo de crédito	40
6.1.1.3.9	Reacción de los competidores	40
6.1.1.3.10	Disponibilidad de materiales y equipos.....	41
6.1.1.3.11	Disponibilidad de especialistas	42
6.1.1.3.12	Riesgo Político	42
6.1.1.3.13	Riesgo Legal.....	43
6.1.1.3.14	Afectaciones Climáticas	43
6.2	Recolección de información.....	44
6.2.1	Limitaciones de recolección de información	44
6.2.2	Proceso de recolección de datos	45
6.3	Datos procesados.....	45
6.4	Ajuste de los datos procesados.....	61
6.5	Desarrollo del modelo matemático	61
6.5.1	Evaluación del software para el modelo.....	62
6.5.2	Evaluación de los modelos.....	63
7	Análisis de los resultados	73
7.1	Variables que no se consideran significativas.....	73
7.2	Variables que se consideraron significativas en el modelo	74
8	Presentación del modelo matemático obtenido.....	76
9	Conclusiones	77
10	Recomendaciones	80
11	Bibliografía	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidades iniciadas de vivienda según rango de precio	16
Tabla 2. Interpretación del índice Herfindahl-Hirschman.....	17
Tabla 3. índice Herfindahl-Hirschman para A.M. Bucaramanga.....	17
Tabla 4. Rangos de ingreso mensual A.M. Bucaramanga	20
Tabla 5. Interpretación del índice Herfindahl-Hirschman.....	28
Tabla 6. Matriz de frecuencia.....	31
Tabla 7. Resumen de variables e indicadores por entidad.....	44
Tabla 8. Estadística de la tasa de interés NO VIS.....	45
Tabla 9. Estadística del índice de precios al productor	46
Tabla 10. Estadística de la tasa representativa del mercado (TRM)	47
Tabla 11. Estadística del PIB de edificaciones.....	48
Tabla 12. Estadística de la tasa de impuesto por porcentaje de utilidad	49
Tabla 13. Estadística de las unidades de vivienda ofertadas	50
Tabla 14. Estadística de la población en capacidad financiera de adquirir vivienda en estrato 4	51
Tabla 15. Estadística del capital de crédito vencido de una o más cuotas	52
Tabla 16. Estadística de la acumulación del mercado de viviendas en A.M. Bucaramanga	53
Tabla 17. Estadística de la cantidad de toneladas de cemento despachado a Santander	54
Tabla 18. Estadística de la tasa de ocupación en el sector de la construcción	55
Tabla 19. Estadística del riesgo país calculado por JP Morgan	56
Tabla 20. Estadística del número de providencias de tipo civil, penal y laboral iniciadas contra constructoras	58

Tabla 21. Estadística de las precipitaciones promedio trimestrales en el A.M. Bucaramanga en mm.	59
Tabla 22. Estadística de la cantidad de viviendas vendidas en el A.M. de Bucaramanga	60
Tabla 23. Resultado obtenido del software para el Modelo 1	63
Tabla 24. Resultado del contraste de multicolinealidad para el Modelo 1	65
Tabla 25. Tabla de eliminación secuencial con $\alpha= 0,1$ para el Modelo 1.....	66
Tabla 26. Estadísticos obtenidos de la eliminación secuencial para el modelo 1	66
Tabla 27. Resultado obtenido del software para el Modelo 2.....	67
Tabla 28. Resultado del contraste de multicolinealidad para el Modelo 2	68
Tabla 29. Resultado obtenido del software para el Modelo 3.....	70
Tabla 30. Tabla de eliminación secuencial con $\alpha= 0,1$ para el Modelo 3.....	71
Tabla 26. Estadísticos obtenidos de la eliminación secuencial para el modelo 3	71
Tabla 32. Resultado obtenido del software para el Modelo 4.....	71
Tabla 33. Tabla resumen de denominación de variables	77

LISTA DE FIGURAS

Gráfica 1 Subdivisión de variables endógenas	30
Gráfica 2 Subdivisión de variables exógenas.....	30

GLOSARIO

A.M.

Área Metropolitana, 15

AMB

Área Metropolitana de Bucaramanga, 11

CAMACOL

Cámara Colombiana de la Construcción, 12

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 12

EMBI

Siglas en inglés para Indicador de Bonos de Mercados Emergentes, 54

ENOS

Fenómeno El Niño Oscilación Sur, 41

IDEAM

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 41, 56, 57, 76

IHH

Índice Herfindahl-Hirschman, 16

IPC

Índice de precios al consumidor, 34

IPM

Índice de precios al mayorista, 34

IPP

Índice de Precios al Productor, 34, 41, 58, 61, 62, 64, 67, 69, 71, 74

MCO

Mínimos Cuadrados Ordinarios, 60, 67

mm.

Milímetros, 56, 64

PESTEL

Siglas en inglés para análisis político, económico, social, tecnológico, legal y ambiental,
11

PIB

Producto Interno Bruto, 12

S.M.

Salario Mínimo, 19

SMLMV

Salario Mínimo Legal Mensual Vigente, 15

TIR

Tasa Interna de Retorno, 22

TRM

Tasa Representativa del Mercado, 45, 59, 71, 73

UVR

Unidad de Valor Real, 18

VAN

Valor Actual Neto, 22

VPN

Valor Presente Neto, 22

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS FACTORES EXÓGENOS QUE GENERAN RIESGOS DE INVERSIÓN EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA PARA LOS ESTRATOS 4, 5 Y 6 DESARROLLADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

AUTOR(ES): Vicente Paul Trujillo Borja

PROGRAMA: Maestría en Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Leonardo Barón Páez

RESUMEN

Esta investigación de tesis de maestría plantea la identificación, clasificación y análisis de las variables de carácter exógeno que afectan la rentabilidad de los proyectos de infraestructura de vivienda ejecutados en los estratos 4, 5 y 6 del Área Metropolitana de Bucaramanga, entre los años 2009 y 2017, factores que se convierten en riesgos que deberían ser evaluados por las empresas que invierten en este tipo de proyectos, más aún cuando dentro de este trabajo se demostró que existe concentración de mercado en el sector, para ello, se desarrolló una metodología que a través de una matriz de frecuencia y una adaptación del análisis de tipo PESTEL permiten la identificación y clasificación de las variables propuestas por los diferentes autores, este procedimiento permite realizar una conciliación de los diferentes criterios, su importancia radica en que se elimina la discrecionalidad al momento de seleccionar, en función a que la cantidad mínima de coincidencias no es un hecho subjetivo, está enfocado en el promedio y la desviación estándar del total de variables mencionadas por los autores. De otra parte, para establecer la importancia de cada factor se utilizó el modelo de regresión lineal múltiple con la metodología de mínimos cuadrados ordinarios. La ecuación obtenida como resultado de este trabajo, detalla cuales son las variables de carácter exógeno que se deben considerar al momento de plantear un proyecto de vivienda en los estratos 4, 5 y 6, además permite establecer la significatividad de las variables, por lo que se convierte en una poderosa herramienta de evaluación de riesgos a los que se exponen este tipo de proyectos en la ciudad. Este enfoque no ha sido desarrollado aún dentro de la gerencia de construcciones, pudiendo considerarse la presente exposición como un inicio en la investigación de este tema a través de la metodología propuesta.

PALABRAS CLAVE:

Proyectos, variables exógenas, variables endógenas, modelo de regresión lineal múltiple.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: ANALYSIS AND EVALUATION OF THE EXOGENOUS FACTORS THAT GENERATE INVESTMENT RISKS IN THE HOUSING CONSTRUCTION PROJECTS FOR STRATEGIES 4, 5 AND 6 DEVELOPED IN THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA

AUTHOR(S): Vicente Paul Trujillo Borja

FACULTY: Maestría en Ingeniería Civil

DIRECTOR: Leonardo Barón Páez

ABSTRACT

This master thesis research proposes the identification, classification and analysis of exogenous variables that affect the profitability (units sold) of housing infrastructure projects executed in stratum 4, 5 and 6 of the Metropolitan Area of Bucaramanga, between years 2009 and 2017, factors that become risks that should be evaluated by both public and private companies that invest in this type of project, especially when within this work it was demonstrated that there is market concentration in the sector, therefore, a methodology has been developed that, through a frequency matrix and an adaptation of the PESTEL type analysis, allow the identification and classification of the variables proposed by the different authors, this procedure allows to reconcile the different criteria, its importance is that discretion is eliminated when selecting, based on the fact that the minimum number of coincidences is not a subjective fact, it is focused on the average and the standard deviation of the total of variables mentioned by the authors. On the other hand, statistical processes such as the multiple linear regression model with the ordinary least squares methodology were used to establish the importance of each factor. The equation obtained as a result of this research work, details which are the variables of exogenous nature that should be considered at the time of proposing a housing project in stratum 4, 5 and 6, in addition, it establishes the significance of the variables, for which becomes a powerful tool when assessing the risks to which this type of project is exposed in the city. This approach has not yet been developed within the field of building management, and this exhibition can be considered as the beginning in the research of this subject through the proposed methodology.

KEYWORDS:

Projects, exogenous variables, endogenous variables, multiple linear regression model.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) en Colombia en el 2016, la industria de la construcción representó el 14,9% del total del Producto Interno Bruto (PIB) del país y en Santander alcanzó el 29,78% del PIB, estableciéndose como la segunda actividad más productiva del Departamento, con un notable crecimiento que se evidencia debido a que en los últimos 16 años la industria de la construcción prácticamente se ha duplicado, (DANE, 2017).

Sobre los proyectos de inversión en vivienda de Colombia, CAMACOL en el 2016 afirmó que para el país el mercado se encuentra altamente diversificado y cubre todos los niveles de ingreso (CAMACOL, 2016), no obstante, en lo que tiene que ver a la oferta de vivienda del área metropolitana de Bucaramanga ésta presenta una alta concentración de mercado en los estratos 4, 5 y 6, aspecto que fue evidenciado durante el planteamiento del problema de esta investigación, por lo que dentro del desarrollo de este trabajo se buscó establecer si este hecho se convierte en un riesgo de inversión y si existen otros tipo de factores de carácter externo que afecten la rentabilidad y generen riesgos que ameriten ser evaluados por las empresas tanto públicas como privadas que invierten en este tipo de proyectos.

Como es conocido, los cambios que casi con certeza se producirán en el comportamiento de las variables del entorno harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado (Sapag Chain, 2011), no obstante, a lo largo de esta investigación se ha determinado que las variables de tipo exógeno de las que hablan los autores no se encuentran plenamente definidas y que varían de un criterio a otro, es por ello que este trabajo trata de identificar estas variables y su importancia.

Con este objetivo se ha desarrollado una metodología que permite la identificación de las variables exógenas a través de una matriz de frecuencia, su clasificación se efectuó utilizando una adaptación del análisis PESTEL que es un sistema usado por las compañías para identificar su entorno.

Por otra parte, la importancia o significancia se ha establecido mediante procesos estadísticos a través del modelo de regresión lineal múltiple y la utilización de la metodología de mínimos cuadrado ordinarios, que permiten desarrollar un modelo matemático con los datos más representativos.

El análisis realizado ha abierto varias incógnitas en el comportamiento observado de ciertas variables que se creían importantes en la formulación de la hipótesis de esta investigación, pero que durante su desarrollo fueron descartadas, aspectos que vale la pena que sean evaluados y considerados dentro de estudios posteriores, en razón de que este enfoque no ha sido desarrollado aún dentro del campo de la gerencia de construcciones.

Se espera que con los fundamentos obtenidos de este trabajo los inversionistas tengan un marco de referencia que les permita considerar ciertas variables al momento de desarrollar sus análisis de riesgos en la inversión sobre proyectos de vivienda en los estratos 4, 5 y 6, considerando la presente exposición como un inicio en la investigación de este tema a través de la metodología planteada.

Para lo cual, el presente documento se ha estructurado con la descripción de la metodología en donde se relata al lector la técnica utilizada para el procesamiento de datos, luego se presentan los resultados a través de tablas obtenidas de la modelación, se presenta el análisis de los resultados y finalmente se emiten las conclusiones.

1 Planteamiento del problema

1.1 Descripción

Al iniciar un proyecto de construcción habitacional se debe considerar que este enfrentará varios factores que pueden afectar la rentabilidad esperada, estos pueden ser de carácter interno, también conocidos como factores endógenos, es decir, que son controlables por quienes gerencian el proyecto y otros de tipo externo cuyo control se encuentra fuera del alcance de los gerentes, a los cuales se los denominan factores exógenos.

Entonces, con el objeto de elegir la mejor opción de inversión y disminuir el riesgo, las empresas que desean iniciar proyectos, suelen investigar las relaciones económicas actuales y sus tendencias, para proyectar el comportamiento futuro de los agentes económicos que se relacionan con su mercado particular. (Sapag Chain, 2011).

No obstante, no se ha identificado ni clasificado en forma clara los riesgos de carácter exógeno que afectan a los proyectos de inversión en infraestructura, tampoco se ha llegado a un consenso sobre las variables que los generan, aspecto que conlleva a que no se evalúen los verdaderos riesgos de inversión que existen al iniciar proyectos de vivienda en los estratos 4, 5 y 6 en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Sobre los proyectos de inversión en vivienda de Colombia, CAMACOL en el 2016 afirmó que:

“...Los volúmenes de actividad han elevado la oferta en el agregado de todos los rangos de precios de los segmentos VIS y No VIS, y desde esta perspectiva se encuentra un mercado de vivienda altamente diversificado que cubre todos los niveles de ingreso. La interacción entre demanda y oferta se basa en un modelo convencional en el cual los hogares de acuerdo a sus preferencias, ahorros e ingreso pueden elegir la vivienda que mejor se adapte a sus necesidades ...”
(CAMACOL, 2016)

La afirmación realizada por CAMACOL genera las siguientes interrogantes: ¿Se podría aplicar esta aseveración para el Área Metropolitana de Bucaramanga?, o ¿Es posible que en el Área Metropolitana de Bucaramanga exista una concentración de mercado de las viviendas ofertadas para un determinado sector?

Según los censos realizados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), en la República de Colombia entre los años 1993 y 2005 pese a que la población se incrementó de 36.207.108 a 42.888.592 de habitantes, el déficit de vivienda en las

ciudades (cabecera) bajó del 53,65% en 1993 al 27,0% en el 2005, por lo que las políticas estatales e iniciativas privadas, dentro de la construcción de viviendas en Colombia ha contribuido a la disminución significativa del déficit habitacional del país.

En el departamento de Santander, para 1993 se estimó un déficit de vivienda en cabecera del 35,38% y en el 2005 fue del 21,43%, es decir, disminuyó 13,95 puntos porcentuales, lo que representa una demanda insatisfecha de alrededor de 80.159 viviendas a partir del 2005 para el departamento de Santander, en lo que respecta a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta se estimó el déficit en 52.337 viviendas (DANE, 2017).

Desde el tercer trimestre de 2007 hasta el cuarto trimestre de 2018, según consta en los datos presentados por la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL, 2018), para el área metropolitana de Bucaramanga, se iniciaron un total de 86.095 unidades de vivienda, como se detalla a continuación:

Tabla 1. Unidades iniciadas de vivienda según rango de precio

Área metropolitana de Bucaramanga					
0-50 SMLMV	51-70 SMLMV	71-100 SMLMV	101-135 SMLMV	136-350 SMLMV	más de 350 SMLMV
3,241	6,566	6,030	8,875	37,502	23,881
3.76%	7.63%	7.00%	10.31%	43.56%	27.74%
86.095					

Fuente: Colombia construcción en cifras CAMACOL, febrero 2017

Conforme se presenta en la Tabla 1, CAMACOL ha dividido la cantidad de viviendas iniciadas en el área metropolitana de Bucaramanga en 6 segmentos de acuerdo al precio expresado en salarios mínimos legales mensuales vigentes, en esta clasificación se puede evidenciar que el 88,61% superan los 70 SMLMV, por lo que no son viviendas de interés prioritario y el 71,30%, que representan 61.383 viviendas, no son de interés prioritario ni social debido a que superan los 135 SMLMV.

Como se evidencia la mayor cantidad de viviendas iniciadas en el A.M. Bucaramanga durante los últimos años se han ejecutado sobre los 135 SMLMV, con estos datos se puede aplicar un análisis de concentración de mercado utilizando el índice Herfindahl-Hirschman, el cual para su cálculo toma la suma de las participaciones elevadas al cuadrado del i-ésimo grupo del mercado, así:

$$IHH = \sum_{i=1}^N \left(\frac{X_i}{X} * 100 \right)^2 \quad (1)$$

En donde, $\frac{X_i}{X}$ es la participación porcentual del i-ésimo grupo en el mercado y N es el número del total de grupos en el mercado. Este indicador varía entre 0 y diez mil ($0 < IHH < 10.000$) (CAMACOL, 2016), la siguiente tabla resume la forma en la que debe interpretarse este indicador.

Tabla 2. Interpretación del índice Herfindahl-Hirschman

IHH	Interpretación
$0 \leq IHH \leq 1.000$	Nivel bajo
$1.000 \leq IHH \leq 1.800$	Nivel moderado
$1.800 > IHH$	Nivel alto

Fuente: Informe de estabilidad Financiera 2008, Banco de la República

Con este concepto se se analizó el índice de concentración del mercado desde el tercer trimestre de 2007 al cuarto trimestre del 2017, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 3. Índice Herfindahl-Hirschman para A.M. Bucaramanga

Trimestre	Porcentaje de participación trimestral						Índice H-H	Interpretación
	0-50 SMLMV	51-70 SMLMV	71-100 SMLMV	101-135 SMLMV	136-350 SMLMV	más de 350 SMLMV		
2007-III	28.64	8.17	15.45	4.95	30.67	12.11	2.237,63	Nivel alto
2007-IV	17.40	16.80	1.94	3.41	37.69	22.75	2.538,95	Nivel alto
2008-I	5.13	4.15	13.47	4.57	38.45	34.23	2.895,97	Nivel alto
2008-II	2.61	6.06	11.10	3.36	52.82	24.05	3.546,31	Nivel alto
2008-III	3.13	9.10	10.61	9.05	28.98	39.14	2.658,65	Nivel alto
2008-IV	4.15	16.01	8.10	9.88	28.06	33.79	2.366,39	Nivel alto
2009-I	3.99	4.90	9.87	14.29	42.86	24.09	2.758,58	Nivel alto
2009-II	6.54	5.96	5.67	12.86	56.03	12.94	3.582,82	Nivel alto
2009-III	3.41	7.33	9.10	12.66	61.24	6.26	4.097,69	Nivel alto
2009-IV	2.84	5.75	4.92	8.80	50.00	27.70	3.409,96	Nivel alto
2010-I	3.76	6.48	7.42	4.32	54.84	23.19	3.674,61	Nivel alto
2010-II	38.69	3.62	2.02	6.29	31.06	18.31	2.853,98	Nivel alto
2010-III	3.28	2.75	5.15	4.16	44.32	40.34	3.653,77	Nivel alto
2010-IV	4.75	6.01	10.84	14.55	33.11	30.73	2.428,90	Nivel alto
2011-I	5.23	12.73	9.05	13.86	41.58	17.54	2.500,38	Nivel alto
2011-II	4.78	7.04	7.53	4.25	36.23	40.17	3.073,09	Nivel alto
2011-III	2.39	2.75	10.33	10.02	30.96	43.55	3.075,10	Nivel alto
2011-IV	2.77	4.04	3.39	16.68	39.48	33.65	3.004,23	Nivel alto
2012-I	9.88	3.88	7.42	10.40	49.14	19.28	3.062,16	Nivel alto
2012-II	2.42	4.17	4.47	9.30	57.61	22.04	3.934,49	Nivel alto
2012-III	3.28	3.06	11.24	14.63	15.17	52.62	3.359,66	Nivel alto
2012-IV	0.75	1.88	4.18	11.37	49.33	32.49	3.640,03	Nivel alto
2013-I	0.78	2.88	5.06	7.65	31.80	51.83	3.790,53	Nivel alto
2013-II	0.59	3.05	6.22	12.87	42.21	35.06	3.224,56	Nivel alto
2013-III	0.49	10.97	10.03	13.13	35.98	29.40	2.552,48	Nivel alto

2013-IV	0.26	3.01	3.43	6.47	56.38	30.45	4.168,12	Nivel alto
2014-I	0.77	6.48	5.90	12.03	37.09	37.74	3.021,71	Nivel alto
2014-II	0.23	15.55	7.98	15.73	39.17	21.33	2.542,74	Nivel alto
2014-III	0.61	20.40	6.76	7.54	43.03	21.67	2.839,66	Nivel alto
2014-IV	0.41	23.17	8.01	5.78	41.73	20.90	2.812,79	Nivel alto
2015-I	0.16	18.41	6.29	9.27	38.85	27.02	2.703,67	Nivel alto
2015-II	0.39	6.68	7.62	6.18	49.51	29.62	3.469,52	Nivel alto
2015-III	0.43	8.01	6.21	7.98	41.08	36.29	3.171,23	Nivel alto
2015-IV	0.34	7.36	3.36	4.00	59.87	25.07	4.294,53	Nivel alto
2016-I	0.53	12.41	6.91	8.75	51.03	20.37	3.297,93	Nivel alto
2016-II	0.44	14.72	5.60	7.43	58.47	13.34	3.900,06	Nivel alto
2016-III	0.43	2.45	6.91	19.03	45.57	25.62	3.149,08	Nivel alto
2016-IV	0.36	0.79	3.75	12.50	38.83	43.77	3.594,67	Nivel alto
2017-I	0.27	4.43	11.47	35.77	35.32	12.74	2.840,73	Nivel alto
2017-II	0.27	2.20	11.40	23.93	51.07	11.13	3.439,43	Nivel alto
2017-III	0.39	3.27	10.36	15.19	67.83	2.96	4.959,12	Nivel alto
2017-IV	0.00	0.60	4.99	24.95	54.56	14.90	3.846,41	Nivel alto

Como se puede evidenciar para el área de Bucaramanga en los estratos 4, 5 y 6 existe una concentración alta del mercado, con esto nacen varios cuestionamientos, por ejemplo, ¿La oferta de vivienda es una variable determinante dentro de los proyectos de inversión?, ¿Afecta dicha concentración de mercado la rentabilidad de los proyectos de infraestructura de vivienda?, ¿Existen otras variables que afecten los proyectos de inversión en infraestructura de viviendas desarrolladas en el A.M. Bucaramanga?, ¿Es posible desarrollar un modelo matemático que permita determinar las variables más significativas que afectan a los proyectos de inversión en infraestructura de vivienda?

Las respuestas a estas incógnitas se se tratarán de resolver durante la ejecución del presente trabajo investigativo.

2 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo matemático que permita analizar y evaluar los factores exógenos que generan riesgos de inversión en los aspectos financieros de los proyectos de construcción de vivienda para los estratos 4, 5 y 6 del área metropolitana de Bucaramanga.

2.1.2 Objetivos Específico

- a. Analizar y evaluar el equilibrio entre la oferta y la demanda en la construcción de viviendas nuevas estrato 4, 5 y 6 en el área metropolitana de Bucaramanga.
- b. Identificar los factores exógenos que se comportan como variables que afectan o inciden en el comportamiento financiero de los proyectos de viviendas nuevas estrato 4, 5 y 6 en el área metropolitana de Bucaramanga.
- c. Desarrollar un modelo matemático que simule el comportamiento financiero de la rentabilidad en viviendas nuevas en estrato 4, 5 y 6 en el área metropolitana de Bucaramanga.
- d. Cuantificar y determinar los riesgos por factores exógenos que se presentan en la inversión en proyectos de construcción de vivienda en estrato 4, 5 y 6, a través de un modelo matemático.
- e. Analizar y comparar los resultados obtenidos entre los modelos determinístico y estocástico dentro de los proyectos de construcción.

2.2 Justificación

En Colombia en el 2016, la industria de la construcción representó el 14,9% del total del Producto Interno Bruto (PIB) del país, en el departamento de Santander para el mismo año constituyó el 29,78% del PIB, estableciéndose como la segunda actividad más productiva del Departamento, con un notable crecimiento, más aún, si se considera que en el año 2000 apenas fue el 13,38% del PIB (DANE, 2017), cifras que evidencian que en 15 años la industria de la construcción ha crecido gradualmente y prácticamente se ha duplicado.

En lo que tiene que ver a la construcción de viviendas, las entidades bancarias del país facilitan su adquisición a través de créditos con tasas de interés que pueden ser fijas o las denominadas unidad de valor real (UVR). Para los créditos con interés fijo la tasa de interés nominal en el 2016 bordeó el 12,6% (CAMACOL, 2017).

Por ejemplo, en un crédito para vivienda por 150 millones de pesos con una tasa de interés del 12,6% anual a 20 años plazo, las mensualidades serían de 1.643.899,89 pesos, si se considera que los bancos en Colombia recomiendan como límite máximo de endeudamiento el 40% de los ingresos (BBVA, 2017), una persona debería generar al menos por 4,5 millones de pesos mensualmente, lo que representa 6,53 salarios mínimos para el 2016.

Otro dato importante que se debe considerar es la cantidad de salarios mínimos que ganan los santandereanos que según los datos del DANE en 2017, como se demuestra a continuación:

Tabla 4. Rangos de ingreso mensual A.M. Bucaramanga

AÑO	TRIMESTRE	RANGOS DE INGRESOS LABORALES MENSUALES						
		NO INFORMAN	DE 0 A MENOS DE MEDIO S.M.	MEDIO A MENOS DE 1 S.M.	DE 1 A MENOS DE 1.5 S.M.	DE 1.5 A MENOS DE 2 S.M.	DE 2 A MENOS DE 4 S.M.	DE 4 Y MAS S.M.
2009	I	22.338	70.062	89.364	137.214	58.429	65.550	38.553
	II	26.355	71.777	86.469	161.346	49.962	70.466	41.866
	III	23.825	53.020	79.593	154.187	65.369	81.656	39.463
	IV	27.090	54.488	69.114	158.776	71.592	83.386	46.284
2010	I	35.724	77.799	91.847	132.338	68.816	75.533	35.800
	II	32.735	81.450	88.378	152.219	80.050	77.588	30.783
	III	25.007	75.887	80.199	143.077	74.801	75.272	35.768
	IV	20.288	62.784	78.314	149.304	89.047	77.535	38.737
2011	I	22.483	72.683	93.903	155.281	49.599	85.261	32.137
	II	17.080	66.370	89.728	166.542	55.250	90.114	34.472
	III	18.798	65.273	81.884	168.803	61.297	93.189	44.551
	IV	15.367	65.648	83.101	148.322	98.122	91.820	45.549
2012	I	17.002	59.106	78.865	164.385	69.703	89.196	43.387
	II	22.073	67.494	84.286	172.840	63.974	82.996	34.948
	III	19.912	73.815	81.879	178.669	64.718	88.149	39.029
	IV	26.149	70.596	86.737	179.786	59.975	91.248	38.400
2013	I	25.580	70.310	77.515	177.902	70.846	82.272	40.507
	II	25.441	64.417	77.601	176.632	68.470	89.378	38.523

	III	20.941	67.584	73.001	172.276	72.326	98.080	39.607
	IV	22.301	49.543	73.209	189.094	67.750	98.361	36.063
2014	I	24.569	69.536	79.296	163.147	74.807	84.181	42.641
	II	24.643	79.035	79.535	183.707	80.017	82.587	46.314
	III	25.427	73.671	75.613	182.451	83.509	80.647	47.963
	IV	30.066	68.439	87.000	188.758	75.335	75.899	45.211
2015	I	30.614	64.432	83.303	168.368	76.963	89.784	32.377
	II	30.900	65.947	86.142	169.736	86.216	84.689	38.265
	III	29.602	68.904	86.109	172.094	86.855	93.014	27.230
	IV	25.679	59.440	83.584	186.243	82.956	96.469	30.176
2016	I	26.786	67.563	89.123	211.640	60.610	72.644	21.448
	II	29.958	71.279	68.448	212.718	62.135	73.592	27.120
	III	33.242	74.241	77.790	225.814	56.061	76.913	22.437
	IV	36.093	63.369	80.068	227.725	56.897	78.111	30.035
2017	I	29.870	71.402	118.934	179.774	56.142	66.036	27.406
	II	35.368	78.182	117.995	196.003	57.164	70.466	22.363
	III	41.783	80.389	108.206	200.256	52.830	76.228	24.668
	IV	40.164	72.531	108.683	202.602	54.440	64.646	19.854

En términos de cifras y de acuerdo con el análisis de la información secundaria publicada por la autoridad competente (DANE), para el área metropolitana de Bucaramanga existe un mercado aproximadamente de 35.000 personas que se encuentra en capacidad de adquirir una vivienda con un valor superior a los 135 millones de pesos, no obstante, la oferta en el mercado para este tipo de viviendas es de 61.383 (CAMACOL, 2018).

Con estos antecedentes, existe un mercado de tamaño considerable en el que muchas empresas desearían participar, es por ello que se necesita conocer los riesgos de carácter exógeno que se pueden presentar al iniciar nuevas inversiones en proyectos de vivienda para los estratos 4, 5 y 6 en el área metropolitana de Bucaramanga, por lo que la toma de estas decisiones no se pueden limitar únicamente al uso de información estática que proviene de los procesos determinísticos, sino que también se deben considerar los efectos de variabilidad que se presentan durante su desarrollo.

Con lo expuesto anteriormente, se puede determinar las preguntas que regirán la presente investigación, ¿La oferta de vivienda es una variable determinante dentro de los proyectos de inversión?, ¿Afecta dicha concentración de mercado la rentabilidad de los proyectos de infraestructura de vivienda?, ¿Existen otras variables que afecten los proyectos de inversión en infraestructura de viviendas desarrolladas en el A.M. Bucaramanga?, ¿Es posible desarrollar un modelo matemático que permita determinar las variables más significativa que afectan a los proyectos de inversión en infraestructura de vivienda para los estratos 4, 5 y 6 en el A.M. Bucaramanga?

3 Marco conceptual

3.1 Riesgo

Dentro de la evaluación de proyectos el riesgo se puede considerar como la combinación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento que genere variabilidad en la consecución de los objetivos planteados y la magnitud de su afectación, este existe cuando no se conoce el comportamiento exacto de ciertas variables relevantes, no obstante, es posible estimar parámetros para obtener una certeza razonable de su ocurrencia.

Por lo general, los parámetros que se aplican para evaluar su implementación, miden uno de los posibles escenarios que se presentarán durante su ejecución, sin embargo, existen muchos factores que lo afectan, por ello, la decisión sobre la aceptación o el rechazo de un

proyecto debe basarse en entender el objetivo y el impacto de la no ocurrencia de alguno de los factores considerados, además, los riesgos que se presentan durante su ejecución se pueden mitigar utilizando simulaciones de escenarios que contemplen situaciones optimistas (cuando la mayoría de fuerzas funcionen a favor del proyecto) y pesimistas (cuando los pronósticos se dan en los términos más desfavorables). (Miranda Miranda, 2005)

El éxito en la mitigación de estos riesgos, dependen de un correcto análisis cuantitativo y cualitativo; para el primero se pueden utilizar matrices de probabilidad, mientras que para el segundo es posible efectuar una asignación de valores monetarios a cada uno de los factores generadores de riesgo. (Narváez Rosero, 2010)

En lo que tiene que ver específicamente a proyectos de infraestructura, éstos son riesgosos por naturaleza, debido a que su ejecución conlleva la participación de múltiples profesionales de los diferentes campos de la ingeniería, cada uno con sus propias vulnerabilidades, lo que hace necesario que, para la gestión del riesgo, la gerencia del proyecto anticipe eventos que puedan causar resultados no deseados.

“... Como tal, el riesgo del negocio debe ser compartido por patrocinadores, dueños, gobiernos, constructores, proveedores de bienes y servicios, y claro está, por el sector financiero...”. (Rodríguez Fernández, 2007)

De otra parte, cuando se desconoce la función de probabilidad y características de ocurrencia de un evento se considera que se está en incertidumbre, por lo que es necesario que los modelos consideren este factor en su alcance.

Finalmente, es posible concluir que el riesgo es inherente a todos los proyectos debido a que estos se basan en aproximaciones que dependen de diversas variables para su cumplimiento, por lo que, su adecuada parametrización se convierte en la clave del éxito en su mitigación, es decir, mientras mayor sea el grado de identificación, las acciones a fin de prevenirlos tendrán mejores resultados.

3.2 Variables que afectan un proyecto de inversión

La toma de decisiones sobre la ejecución de un proyecto, busca fundamentarse en la probabilidad de que el resultado real no sea el estimado y la posibilidad de que la inversión conlleve a una rentabilidad negativa.

Durante las diferentes fases que conlleva la ejecución de un proyecto, este se ve expuesto a un determinado número de factores o condicionantes que lo afectan, a estos se los conoce como variables que se encuentran ubicadas dentro de los campos: Político, económico, social, técnico, legal y ambiental, además pueden ser de orden cuantitativo o cualitativo, este se enfocará a las variables de tipo cuantitativo.

Las variables que condicionan el riesgo se pueden dividir en dos grandes categorías:

3.2.1 Variables Endógenas

También se las denomina variables internas debido a que pertenecen directamente al proyecto de inversión o a la empresa y sobre estas se tiene control directo por ella misma o por sus administradores, además, pueden ser manipuladas o estimadas de acuerdo al comportamiento de las variables externas, dentro de estas se tienen: están Ingresos, precio, gastos, costos, nivel de financiación, nivel de inversión, tasa de descuento apropiada por parte del inversionista, rotación de cuentas por cobrar, rotación de inventarios, rotación de cuentas por pagar, tasa de ganancia para determinar el precio del producto, servicio o comercialización, distribución de utilidades, niveles mínimos de caja para operar, entre otros.

Dentro de los métodos que se pueden utilizar para para evaluar las variables endógenas se encuentran los determinísticos como: El Valor Actual Neto (VAN) o Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), o la relación costo beneficio. (Bazzani C. & Cruz Trejos, 2008).

3.2.2 Variables Exógenas

Son aquellas variables que pueden afectar un proyecto de inversión, no obstante, la empresa o sus administradores no tienen control sobre estas, las principales son: Las tasas de interés, las tasas de inflación. (local y externa), tasa de cambio, cambios en el Producto Interno Bruto (PIB), niveles de ahorro, niveles de inversión, tasas de crecimiento sectoriales, tasas de impuestos, riesgo de inversión en el sector, riesgo de inversión en el país, riesgo de inversión en la ciudad o localidad, etc. (Bazzani C. & Cruz Trejos, 2008)

En infraestructura a más de las variables citadas, algunos autores consideran otro tipo de variables que afectan la rentabilidad de los proyectos, éstas pueden ser: Oferta y demanda, factores climáticos, retrasos por expedición de permisos, incremento en los costos de materiales, equipo o personal, entre otros.

En función del análisis que requiere la presente investigación se concentrará en las variables de tipo cuantitativo y de carácter exógeno que afectan a los proyectos de infraestructura, concretamente a la construcción de edificaciones en los estratos 4, 5 y 6, en el área metropolitana de Bucaramanga, para lo cual se usará unase matriz de frecuencia que permitirá determinar las principales variables exógenas que influyen en los proyectos, esto porque en términos generales se puede concluir que no se encontraron autores que hayan identificado de manera clara las variables de tipo exógeno que intervienen en un proyecto de inversión en infraestructura.

4 Marco de referencia

4.1 Antecedentes

Como se ha comentado en los numerales anteriores, la identificación y clasificación de las variables exógenas que forman parte de los proyectos de inversión, es un tema que no ha sido tratado en profundidad, aspecto que se evidencia en los múltiples criterios que existen dependiendo del autor y del enfoque que se quiera realizar al análisis, por ejemplo, existen autores que en la tesis de grado de maestría abordan unas variables de tipo exógeno y sin embargo en artículos publicados en revistas sobre el mismo tema cambian estas variables, por lo que es fácil entender que entre diferentes autores los conceptos se amplíen, originando que en unas ocasiones los criterios coincidan y en otras no.

Es necesario también considerar que las variables que serán estudiadas en unos casos poseen indicadores que permiten cuantificarlas de manera clara como ocurre con el PIB,

pero hay otras de carácter social en donde su cuantificación se vuelve más subjetiva, estos temas serán tratados más adelante.

Además, para determinar la importancia de las variables que afectan a los proyectos de infraestructura, no se ha encontrado una metodología que se enfoque a este tema en específico, al parecer dentro de la gerencia de construcciones este tipo de análisis no se ha llevado a cabo.

4.2 Estado del Arte

Dentro de la literatura que ha servido de base para esta investigación los siguientes autores han tratado el tema sobre las variables que afectan a los proyectos de inversión en general son: 1. (Bazzani C. & Cruz Trejos, 2008), (Sánchez Z., 2009), 2. (Castro Martínez, 2011), 3. (Leyva Caro, García Fabelo, Antelo Collado, & Janeysi, 2008), 4. (Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011), 5. (Villareal N. & Diego S., 2007), 6. (Villareal N. & Diego S., 2007), 7. (Sarmiento Sabogal, 2001) y 8. (Arango Arango, Arroyave Cataño, & Hernández, 2013).

Para proyectos específicos de Infraestructura, los autores considerados son: 9. (Narvárez Rosero, 2010), 10. (Gómez Romero, 2014), 11. (Rodríguez Fernández, 2007), 12. (Comisión desafíos recientes de ingeniería Chile, 2012), 13. (Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo, 2012), 14. (BRC STANDARD & POOR'S, 2009), 15. (Dirección Nacional de Planeación, 2014) y 16. (Restrepo Beltrán, 2015).

De lo expuesto se evidencia que un total de 16 autores se ha referido al tema, no obstante, no se evidencia que exista una similitud en los criterios que permitan establecer que variables son o no significativas dentro de los proyectos de inversión, es por esta razón que la presente investigación intentará definir una metodología que sirva de base para consensuar criterios y de esta manera se puedan identificar y validar las variables antes mencionadas.

(Salazar Pinto, 2017), en su investigación para el análisis de la viabilidad financiera, ambiental y social de la utilización de bloques de tierra cruda, en la construcción de una vivienda en Colombia, con la finalidad de identificar patrones en los criterios de varios autores utilizó una matriz de frecuencia que le permitió establecer la cantidad de autores que coinciden en el tratamiento de un tema, de igual forma, (Manotas Duque, 2013), en su artículo sobre la "Evaluación de proyectos de generación eléctrica bajo incertidumbre en política climática", consideró los trabajos más relevantes de diferentes autores sobre el problema de expansión de la capacidad de generación eléctrica, incluyendo varios factores, a través de una matriz de frecuencia, por lo que un concepto similar a estos trabajos, pero enfocado al tratamiento de variables es el que utilizará en la presente investigación.

En lo que tiene que ver al análisis de las variables a fin de determinar su relación y su significancia dentro del modelo que se desea plantear dentro de los proyectos de infraestructura, (Gómez Romero, 2014), analizó de manera particular las variables que afectan a los proyectos de construcción de carreteras, en su enfoque determinó variables de entrada y salida según su nomenclatura, que para efectos de este trabajo se entiende como variables independientes y variables dependientes, con la ayuda de un software informático se determinó la incidencia que estas variables de tiempo tuvieron sobre los

rendimientos en la construcción de carreteras, por lo que con base este trabajo se enfocará en métodos estadísticos que permitan desarrollar los objetivos planteados.

5 Metodología

5.1 Tipo de estudio

Para determinar la concentración de mercado se utilizó el índice Herfindahl-Hirschman, el cual para su cálculo toma la suma de las participaciones elevadas al cuadrado del i-ésimo grupo del mercado:

$$IHH = \sum_{i=1}^N \left(\frac{X_i}{X} * 100 \right)^2 \quad (1)$$

En donde, X_i/X es la participación porcentual del i-ésimo grupo en el mercado y N es el número del total de grupos en el mercado. Este indicador varía entre 0 y diez mil ($0 < IHH < 10.000$) (CAMACOL, 2016), la siguiente tabla resume la forma en la que debe interpretarse este indicador.

Tabla 5. Interpretación del índice Herfindahl-Hirschman

IHH	Interpretación
$0 \leq IHH \leq 1.000$	Nivel bajo
$1.000 \leq IHH \leq 1.800$	Nivel moderado
$1.800 > IHH$	Nivel alto

Fuente: Informe de estabilidad Financiera 2008, Banco de la República

Utilizando este indicador se determinó que existe una alta concentración del mercado en la construcción de viviendas en los diferentes estratos desde el tercer trimestre de 2007 al cuarto trimestre del 2017 para el área metropolitana de Bucaramanga.

Con este antecedente, se consideraron las demás variables de carácter exógeno que intervienen en los proyectos de vivienda, para ello se utilizó el análisis PESTEL, el cual considera factores externos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y jurídicos, que pueden influir en los proyectos.

Bajo esta clasificación se recopiló información sobre proyectos de inversión de 16 autores, que constan en diferentes artículos científicos, libros y tesis, con estos datos se generó una matriz de frecuencia que permitió establecer las coincidencias que tienen los diferentes investigadores sobre las variables que afectan a los proyectos de inversión en general.

Los resultados obtenidos de esta matriz permiten identificar y seleccionar las variables en las que los puntos de vista de al menos dos (2) autores coinciden, con esta metodología es posible realizar una conciliación de los diferentes criterios, su importancia radica en que se elimina la discrecionalidad al momento de seleccionarlos, además la cantidad mínima de coincidencias no es un hecho subjetivo, está enfocado en el promedio y la desviación estándar del total de variables mencionadas por los autores, por lo expuesto se recomienda este procedimiento para eliminar la discrecionalidad cuando se requiere seleccionar entre diferentes criterios sobre una misma cuestión.

Una vez seleccionadas las variables, es necesario establecer su importancia o significancia, para lo cual se usa el modelo de regresión lineal múltiple con la metodología de mínimos cuadrados ordinarios, esto permite desarrollar un modelo matemático con los datos más representativos.

Sobre el modelo de regresión lineal múltiple, (Uriel Jiménez, 2013), establece que la variable independiente es una función lineal de k regresores correspondientes a las variables explicativas y una perturbación aleatoria o error. Con lo cual la función está dada por:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad (2)$$

En donde:

$$\begin{aligned} Y_i &= \text{Variable Dependiente} \\ \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k &= \text{Coeficientes desconocidos} \\ X_1, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{ki} &= \text{Variables independientes} \\ u_i &= \text{Error o perturbación aleatoria} \end{aligned}$$

Por otra parte, el método de mínimos cuadrados ordinarios se atribuye a Carl Friedrich Gauss, matemático alemán, donde a partir de varios supuestos, el método de mínimos cuadrados presenta propiedades estadísticas muy atractivas que lo han convertido en uno de los más eficaces y populares del análisis de regresión.

El criterio de mínimos cuadrados, establece que la Función de Regresión Múltiple se determina en forma tal que:

$$\sum \hat{u}^2 = \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i)^2 \quad (3)$$

La sumatoria al cuadrado de los errores sea la más pequeña posible, evitando de esta manera que se produzcan resultados con sumatorias pequeñas, aunque los errores sean altos. (Gujarati, 2010)

En lo que respecta a los contrastes de hipótesis nula estos se basaron al valor de probabilidad o p-value, que es un indicador del nivel de admisibilidad de la hipótesis y se define como el más bajo nivel de significación al que puede ser rechazada una hipótesis nula, es decir, cuanto mayor sea el valor-p, más confianza se tiene en la hipótesis nula, para este caso se ha asumido un valor de 0.05

El modelo de regresión se realizará utilizando el software Gretl debido a la bondad de su interfaz gráfica que es amigable e intuitiva, lo que permite identificar con facilidad los resultados

6 Elaboración del modelo

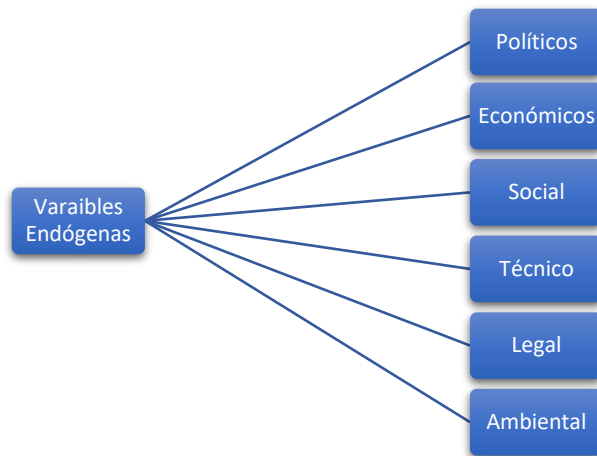
6.1 Clasificación de las variables que afectan los proyectos de infraestructura

La documentación referente a las variables que afectan a un proyecto de inversión, ya sea de infraestructura o de cualquier otra área de desarrollo, evidencian que los criterios son diversos, varios autores utilizan variables de tipo endógeno y exógenos para las simulaciones de los posibles escenarios en los que se desenvolverían sus modelos, por lo que definir con la mejor precisión éstas variables se convierte en el paso fundamental que permitirá determinar la influencia de los diferentes sectores en la ejecución del proyecto.

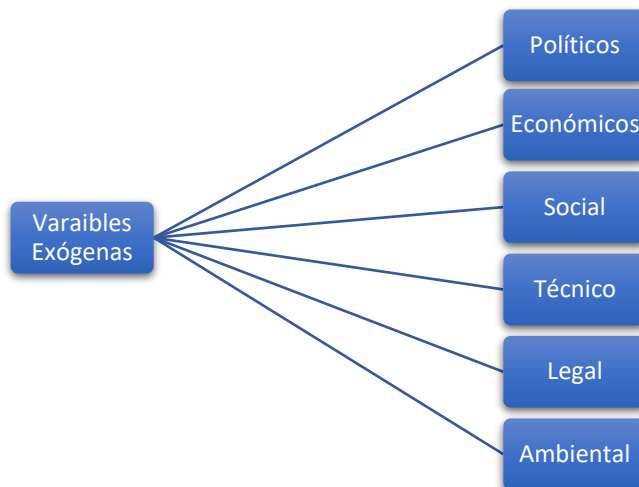
En lo que tiene que ver a los proyectos de infraestructura, se puede establecer que la literatura se ha enfocado más a determinar las variables de carácter endógeno a los que se ven sometidos los proyectos, esto debido a que son aquellas que pueden ser controladas directamente por los actores o administradores, para las variables exógenas los autores consideran más bien los indicadores de tipo económico.

Por tanto, las variables que afectan a los proyectos de infraestructura se dividen en dos grandes grupos, las endógenas que son aquellas sobre las cuales la administración tiene influencia y las exógenas que, por ser externas a los actores del proyecto, estos no tienen ningún tipo de injerencia sobre ellas, no obstante, los cambios que se produzcan sobre éstas pueden afectar positiva o negativamente a los objetivos esperados. Según el análisis PESTEL, a más de esta división se puede establecer una subdivisión de las variables que pueden ser de tipo: Político, económico, social, técnico, ambiental y legal.

Gráfica 1 Subdivisión de variables endógenas



Gráfica 2 Subdivisión de variables exógenas



En el presente trabajo se ha considerado el criterio de 16 autores, quienes han abordado el tema sobre las variables que intervienen en proyectos.

Los autores considerados en esta investigación, que trataron temas sobre las variables que afectan a los proyectos de inversión en general son: 1. (Bazzani C. & Cruz Trejos, 2008), (Sánchez Z., 2009), 2. (Castro Martínez, 2011), 3. (Leyva Caro, García Fabelo, Antelo Collado, & Janeysi, 2008), 4. (Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011), 5. (Villareal N. & Diego S., 2007), 6. (Villareal N. & Diego S., 2007), 7. (Sarmiento Sabogal, 2001) y 8. (Arango Arango, Arroyave Cataño, & Hernández, 2013).

Para proyectos específicos de Infraestructura, los autores considerados son: 9. (Narváz Rosero, 2010), 10. (Gómez Romero, 2014), 11. (Rodríguez Fernández, 2007), 12. (Comisión desafíos recientes de ingeniería Chile, 2012), 13. (Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo, 2012), 14. (BRC STANDARD & POOR'S, 2009), 15. (Dirección Nacional de Planeación, 2014) y 16. (Restrepo Beltrán, 2015).

Con estos datos se elaboró una matriz de frecuencia que permitió establecer las coincidencias de criterio entre los autores, el número mínimo de coincidencias entre autores que permiten considerar o no una variable se estableció con un proceso estadístico hallando la desviación típica con lo cual se descartaron las variables que no cumplían con el criterio de selección, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 6. Matriz de frecuencia

No.	Variable	AUTORES SOBRE PROYECTOS EN GENERAL							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Carmen Bazzani	Elias Sánchez Z.	Geovann y Castro	Eliover Leyva	Andrea Vásquez	Julio Villareal	Julio A. Sarmiento	Mónica Arango
a) Variables de tipo: Económico									
1	Tasas de interés de préstamos	X		X		X	X		
2	Inflación	X		X	X	X	X	X	
3	Tasa de cambio	X	X	X		X	X		
4	Producto Interno Bruto	X				X	X	X	
5	Tasa de impuestos	X			X	X			
6	Oferta					X	X	X	
7	Demanda					X	X	X	
8	Riesgo de crédito			X	X				

b) Variables de tipo: Social									
1	Reacción de los competidores		X				X		
c) Variables de tipo: Técnico									
1	Disponibilidad de materiales y equipos								
2	Disponibilidad de especialistas								
d) Variables de tipo: Político									
1	Riesgo Político	X					X	X	
e) Variables de tipo: Legal									
1	Riesgo Legal							X	
f) Variables de tipo: Ambiental									
1	Afectaciones climáticas								

No	Variable	AUTORES SOBRE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA							
		9	10	11	12	13	14	15	16
		María del Pilar Narváez	Hernán Darío Gómez	Maximiliano Rodríguez	Comisión de ingeniería Chile	SNGR (Ecuador)	BRC STANDAR D & POOR'S	Dirección Nacional Planeación (DNP)	Adriana Restrepo
a) Variables de tipo: Económico									
1	Tasas de interés de préstamos			X			X	X	X
2	Inflación			X					
3	Tasa de cambio			X			X		X
4	Producto Interno Bruto								
5	Tasa de impuestos								
6	Oferta			X			X	X	
7	Demanda			X			X	X	X
8	Riesgo de crédito							X	X
b) Variables de tipo: Social									
1	Reacción de los competidores								
c) Variables de tipo: Técnico									
1	Disponibilidad de materiales y equipos		X	X	X				X
2	Disponibilidad de especialistas		X	X	X				X
d) Variables de tipo: Político									
1	Riesgo Político								
e) Variables de tipo: Legal									
1	Riesgo Legal			X			X	X	X
f) Variables de tipo: Ambiental									
1	Afectaciones climáticas		X	X		X			X

Fuente: Elaboración propia

6.1.1 Determinación de las variables

Las variables seleccionadas luego del proceso estadístico y su descripción son las siguientes:

6.1.1.1 Variables Endógenas

Las variables de tipo económico están relacionadas principalmente con el flujo de caja que ocurre dentro de las empresas constructoras son de suma importancia debido a que se encuentran directamente relacionadas con la rentabilidad esperada en los proyectos.

6.1.1.1.1. Ingresos del proyecto

Se refiere a los recursos que se van a obtener del volumen de producción y del precio final del producto que se va a ofrecer. En algunos proyectos se generarán ingresos por otros conceptos diferentes a los obtenidos por las ventas del producto bien o servicio, sin que estos se deban considerar para el análisis del éxito o su fracaso. (Bazzani Correa, 2007)

Forman parte de esta variable otras mencionadas por los autores tales como: Recursos para la capitalización del proyecto, tasas de ganancias sobre el bien, cuentas por cobrar generadas directa e indirectamente por el proyecto e incluso las estrategias de comercio del producto.

6.1.1.1.2. Egresos del proyecto

Son los costos o gastos en los que incurre la empresa durante las fases de planeación, ejecución, operación y cierre del proyecto, estos pueden ser directos e indirectos, e incluyen los costos fijos, de inversión, operacionales, administrativos, cuentas por pagar y todos los que sean necesarios para mantener en funcionamiento el proyecto durante todas sus etapas. (Sarmiento Sabogal, 2001)

6.1.1.1.3. Tasa de oportunidad del inversionista

Se considera como la tasa de rendimiento requerida por el inversionista, esta puede variar dependiendo del sector de la industria en el cual se encuentra, se espera que sea al menos parecida a la que se obtenga de inversiones con similares características, generalmente esta se encuentra acorde a las tasas de interés del mercado. (Miranda Miranda, 2005)

De tipo social:

6.1.1.1.4. Gestión social del proyecto

En la matriz utilizada para evaluar las variables, se determinó que la mayoría de los autores no consideraron el factor social como uno de los factores preponderantes al momento de evaluar un proyecto, obteniendo únicamente un 12,5% de la frecuencia comparado con otras variables, quizás porque sus componentes son más difíciles de cuantificar que los aspectos económicos o técnicos o el enfoque de los autores se ha realizado con más énfasis en la rentabilidad.

No obstante, dentro de lo que se denomina la gestión integral de un proyecto, es necesario considerar el factor social; la experiencia obtenida en la revisión de proyectos de infraestructura ejecutados en el sector público, evidencia que es de vital importancia . Se

aclara que un mal manejo de la gestión del proyecto puede conllevar a que los actores sociales generen presión sobre los actores políticos que originen el fracaso del proyecto.

Por lo que un concepto a destacar en las mejores prácticas, es la necesidad de realizar una gestión integral de proyecto en todo el ciclo de vida de éste, que incluye aspectos más amplios que aquellos relacionados directamente con la gestión del desarrollo físico del proyecto, tales como, la gestión social. (Comisión desafíos recientes de ingeniería Chile, 2012)

De tipo Técnico:

6.1.1.1.5. Estudios completos y adecuados

Dentro de las variables de tipo técnico para la ejecución de proyectos de infraestructura, contar con los estudios completos y adecuados juega un papel fundamental en el éxito del proyecto, lo anterior, porque estos deben cumplir con todas las normas de diseño, un factor que se debe considerar de manera particular es la localización del proyecto, debido a que de este depende toda la logística necesaria para el éxito de su implementación.

Además, se deben incluir los diseños de todos los componentes del proyecto, a un detalle tal que permitan su construcción sin margen a dudas. Se deberán incluir todos los planos topográficos, geométricos, estructurales, de instalaciones, y planos de detalle de aquellos aspectos de alta importancia o de difícil ejecución, que clarifiquen los planos generales. Adicionalmente, deben especificarse claramente los diseños y planos de detalle de las medidas estructurales adoptadas para la disminución de los riesgos asociados con eventos naturales detectados y evaluados en la zona del proyecto y su área de influencia. La completitud del estudio es de importancia fundamental para la disminución del riesgo. (Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo, 2012).

6.1.1.1.6. Aspectos de gerencia y administración del proyecto

La importancia que tiene la gerencia es evidente si se se considera que la responsabilidad sobre la decisión de invertir o no en un proyecto de infraestructura descansa sobre este nivel, además es la encargada de dirigir y administrar todas las fases de su desarrollo, tiene a su cargo importantes decisiones que condicionan el éxito o el fracaso del proyecto, por tanto, es importante que cuente con la capacitación, responsabilidad y experiencia suficiente, que conlleve al éxito del proyecto.

La gerencia es la encargada de la evaluación y control en todas las fases del proyecto, debe prever los retrasos a consecuencia de factores que no sean imprevisibles, evaluación de riesgos que permitan evitar accidentes laborales, fallas en equipos, robos y rendimientos del personal, aspectos que han sido mencionados por varios autores y que forman parte de las actividades que realiza la gerencia del proyecto.

De tipo Legal:

6.1.1.1.7. Desconocimiento de leyes y normas

Dentro de los proyectos de inversión es necesario considerar todos los aspectos relacionados con el cumplimiento de leyes y normas, en especial los que tiene que ver con ordenanzas municipales debido a que su infracción puede originar sanciones de tipo económico y hasta la paralización de los trabajos, se debe observar también el cumplimiento de contratos, particularmente los que guardan relación con la inversión del sector privado con el fin de evitar caer en multas y otro tipo sanciones.

Las operaciones y finanzas de los proyectos están gobernadas por un complejo conjunto de arreglos y contratos con respecto a la concesión y al financiamiento de las distintas etapas de construcción, operación y mantenimiento. Los gobiernos y las entidades corporativas (involucrados) actúan como contrapartes con obligaciones y responsabilidades que deben cumplirse para que el proyecto tenga éxito. La ejecución oportuna de las obligaciones contractuales de las partes está sujeto a muchas incertidumbres, incluyendo si los contratos son claros, si las partes actúan conjuntamente de buena fe, si existen presiones políticas sobre algunas partes para incumplir sus obligaciones, etc. (BRC STANDARD & POOR'S, 2009)

De tipo ambiental:

6.1.1.1.9. Identificación de ecosistemas sensibles

La administración del proyecto, durante la fase de planeación, debe considerar el análisis de la situación ambiental del área en la que se realizará el proyecto y la forma en que el mismo puede impactar recursos abióticos, bióticos y sociales, con el fin de mitigar los efectos negativos sobre el ambiente, prevenir futuros daños al mismo y propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En los casos en los que sea necesario, el análisis ambiental debe proveer la información requerida para una evaluación ambiental que permita tomar medidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los daños causados por el proyecto en el medio ambiente, además de valorar los costos de incorporar estas medidas en el presupuesto.

6.1.1.2. Indicadores para las Variables Endógenas

El alcance de esta investigación se limitó el análisis a las variables exógenas que afectan los proyectos de infraestructura, por lo que, determinar los indicadores que establezcan parámetros para la medición de las variables endógenas, pueden ser abordados como parte nuevos trabajos investigativos.

6.1.1.3 Variables Exógenas

En el mundo actual donde las organizaciones se están moviendo hacia la globalización, las grandes operaciones de fusiones y las alianzas estratégicas, se hace de vital importancia tener relación con los factores e indicadores externos que determinan las estrategias internas de la compañía.

Existen multitud de variables que se relacionan entre sí como lo son: los efectos de las decisiones monetarias, el papel de la política fiscal, los ciclos económicos, el

funcionamiento del mercado del trabajo (capital, trabajo, niveles de precios), el grado de apertura de la economía, tasas de interés, tipos de cambio, índices de desempleo, etc. (Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011)

De tipo económico:

Las variables de tipo económico están relacionadas con los cambios externos que ocurren en los mercados donde se desarrolla la actividad de las empresas económicas y que por su importancia las variaciones que se producen dentro de esta, afectan la rentabilidad esperada en los proyectos.

6.1.1.3.1. Tasas de interés de préstamos

Se puede definir a la tasa de interés como la cantidad de dinero que una persona está dispuesta a cancelar a futuro a cambio de obtener liquidez para realizar un proyecto, o el dinero que alguien está dispuesto a recibir con posterioridad por entregar su liquidez presente, es decir, es el precio que asumen tanto deudores como prestamistas por el uso o colocación de una cantidad de dinero en un determinado período de tiempo. (Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011).

Debido a que las tasas de interés están constantemente cambiando de una manera impredecible durante el tiempo de tenencia de una inversión, el precio de mercado de los activos financieros, también cambian de una manera impredecible lo cual es un riesgo permanente. (Castro Martínez, 2011)

La tasa de interés responde a los movimientos del mercado en forma inversamente proporcional al dinero circulante, es decir, cuando existe más dinero tiende a bajar y cuando existe escases tiende a subir, los gobiernos utilizan esta tasa para tratar de controlar la inflación del mercado.

6.1.1.3.2. Inflación

La inflación se entiende como la pérdida del poder adquisitivo del dinero, ocasionada por los fenómenos que se dan en el ciclo económico, se expresa como el indicador que mide el incremento en el país de los precios al consumidor (IPC), al por mayor (IPM) y al productor (IPP) en un periodo determinado.

El Banco de la Republica fija anualmente rangos y metas para este indicador e impulsa una política monetaria para ubicarlo dentro del rango en el periodo determinando, cuando la inflación se ubica por encima del límite, se aumentan las tasas de interés disminuyendo así la oferta de dinero en el mercado, esto hace que la demanda de bienes caiga y consecuentemente sus precios, por lo que la inflación caerá también estas políticas son trascendentales pues un aumento en la inflación supondría un aumento en el poder adquisitivo de los consumidores según las teorías económicas, sin embargo este efecto no es inmediato y en ocasiones no se compensa en la misma magnitud, especialmente en casos de hiperinflación

Dentro de un proyecto es importante considerar la inflación debido a que el rendimiento que se percibe por una inversión financiera debe rebasar la tasa de inflación del periodo correspondiente, de otra manera, aunque se alcancen las metas establecidas en ventas,

por el comportamiento económico del país se podrían generar pérdidas, entonces las fluctuaciones que se perciben sobre este indicador tienen una fuerte repercusión sobre las empresas, por lo que estas deben tener estrategias de rápida ejecución para contrarrestar el impacto en cada uno de los factores nombrados.

Tomado de:

(Castro Martínez, 2011)

(Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011)

(Bazzani Correa, 2007)

6.1.1.3.3. Tasa de cambio

Es el precio de intercambio entre dos monedas y expresa la cantidad que se debe pagar por cada una, en Colombia por lo general el intercambio se realiza por dólares de los Estados Unidos de América, la cantidad de pesos colombianos por dólar se calcula con base en las operaciones de compra y venta de divisas entre intermediarios financieros, no obstante, la autoridad monetaria y cambiaria es el Banco de la República, y una de sus obligaciones es la de desarrollar y mantener una política de tasa de cambio estable.

Cuando las empresas realizan negocios entre diferentes monedas el flujo de efectivo depende de la tasa de cambio que se encuentre vigente al momento de recibir los pagos, de esta manera si el peso colombiano se deprecia en relación al dólar el inversionista recibirá menos dólares; pudiendo sin embargo tener un efecto positivo si se apreciaría.

Con esta consideración el riesgo de tipo cambiario se produce por la eventual variación de los flujos de un proyecto, debido a que sus ingresos y egresos dependen del comportamiento de la tasa de cambio frente a otra moneda, o cuando el inversionista es extranjero y plantea su rentabilidad en otras monedas, mientras que la generación de ingresos se obtiene en pesos colombianos.

Dentro de la construcción en Colombia, el riesgo ligado al tipo de cambio se genera principalmente cuando los créditos y financiamiento son obtenidos en el extranjero o cuando el proyecto requiere insumos que son de origen extranjero y se cotizan en dólares.

Tomado de:

(Castro Martínez, 2011)

(Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011)

(Rodríguez Fernández, 2007)

(Bazzani Correa, 2007).

6.1.1.3.4. Producto Interno Bruto

Es la sumatoria de todos los bienes y servicios producidos en el país. Se diferencia del Producto Nacional Bruto, por considerar los factores externos que intervienen en los procesos productivos. Mide la producción realizada por factores residentes en el país,

independiente de quien sea su propietario. El PIB suma el consumo, la inversión y las exportaciones y resta las importaciones. (Miranda Miranda, 2005)

6.1.1.3.5. Tasa de impuestos

Para cubrir las necesidades de financiación de los gobiernos, se suelen establecer impuesto y cambios a estos conocidos como reformas tributarias, que conlleva a la variación de la tasa de impuestos que se paga en un país por la cantidad de impuestos fijada por los organismos gubernamentales, lo que conlleva a un cuidadoso análisis; esto afecta directamente a la rentabilidad que se espera de un proyecto.

Por ejemplo, para el cálculo de la utilidad a distribuir según el autor Juan José Miranda:

“...a la estimación total de los ingresos se le restan los costos totales para obtener la UTILIDAD BRUTA ANTES DE IMPUESTOS; a este valor se le multiplica por la tasa impositiva (en Colombia el 35%) para calcular el monto de los IMPUESTOS, estos se le restan a la UTILIDAD BRUTA ANTES DE IMPUESTOS para deducir la UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS, a esta cifra se le resta la RESERVA LEGAL (10% en nuestra legislación), para llegar a la UTILIDAD POR DISTRIBUIR...”. (Miranda Miranda, 2005)

6.1.1.3.6. Oferta

Puede definirse como la cantidad de bienes o servicios que están o estarán disponibles para su comercialización, en el caso particular de proyectos de construcción de viviendas se refiere a la cantidad de unidades habitacionales que se ofertan en el mercado.

Es importante para las empresas inmobiliarias conocer quiénes son los competidores actuales, los posibles competidores y cuáles son las barreras de entrada al mercado. Estas barreras son los obstáculos que se deben cruzar si se desea entrar a competir .

Se debe entender que el precio representa un papel altamente preponderante, debido a que el usuario debe tener una capacidad de pago suficiente para acceder a la vivienda ofertada, por tanto, la viabilidad de este tipo de proyectos resulta, en términos generales, de la comparación neta entre los ingresos y costos, que garanticen una utilidad o ganancia.

Estas condicionantes hacen necesario que previo a la ejecución de un proyecto se realice un análisis de necesidades también llamado estudio de mercado, el cual utiliza una serie de técnicas que permite obtener información acerca del medio que rodea a la empresa para pronosticar las tendencias futuras del mercado.

Tomado de:

(Miranda Miranda, 2005)

(Sarmiento Sabogal, 2001)

(Dirección Nacional de Planeación, 2014)

6.1.1.3.7 Demanda

El análisis de la oferta y la demanda permiten comparar la cantidad de bienes que existen en el mercado con la necesidad que tienen los consumidores de dicho bien, es importante el equilibrio entre estos factores debido a que la demanda de un producto puede no materializarse a los niveles esperados y si esto ocurre los flujos de caja se verán afectados, reduciendo la probabilidad de pago oportuno.

La demanda se ve influenciada por el precio del bien que desea adquirir y que puede asumir con sus ingresos, por tanto, es importante conocer el nivel de ingresos que tiene la población objetivo, debido a que al aumentar, la tendencia a comprar se incrementaría o podría disminuir si disminuyen sus ingresos, esta relación permite determinar la cantidad demandada.

Otro de los factores que condicionan la demanda es la población objetivo del mercado, al aumentar o disminuir, afecta directamente la cantidad de bienes que se desean adquirir.

Los consumidores asignan sus recursos limitados entre todos los bienes o servicios disponibles en el mercado. La limitación de sus recursos se denomina restricción presupuestaria, porque restringe sus posibilidades de consumo frente a los precios vigentes.

Por tanto, se puede concluir que la demanda es una función que depende del comportamiento de algunas variables, tales como: el nivel de ingreso de los consumidores, el patrón de gasto de los mismos, la tasa de crecimiento de la población, el comportamiento de los precios tanto de los bienes sustitutos como complementarios, preferencias de los consumidores y naturalmente de la acción de los entes gubernamentales.

El área de mercado hace referencia a tres puntos principalmente:

A. La Población: su tamaño actual, su tasa de crecimiento, los procesos de movilidad, su estructura (edad, sexo, costumbres, nivel de escolaridad, profesión, ocupación, estado civil, estrato, creencias religiosas, ubicación urbana o rural, etc.)

B. Ingreso: nivel actual, tasa de crecimiento, clasificación por estratos y su distribución.

C. Zona de influencia: el análisis del mercado deberá restringirse en lo posible a una zona geográfica determinada, para la cual se estudiarán las características de los consumidores.

Es importante anotar que, si la cantidad demandada y el precio no tienen un comportamiento estático y existe una relación inversa entre ellas, a este fenómeno se le conoce como Función de la Demanda.

Tomado de:

(BRC STANDARD & POOR'S, 2009)

(Sapag Chain, 2011)

(Miranda Miranda, 2005)

(Sarmiento Sabogal, 2001)

6.1.1.3.8 Riesgo de crédito

Se refiere a la probabilidad de que el emisor de un bono u otra obligación no se encuentre en capacidad de realizar los pagos que fueron acordados, se debe entender que los pagos se generan con recursos obtenidos de otras fuentes que no corresponden al crédito en sí por ende es importante entender que los créditos no son fuente de pago de las inversiones.

Por tanto, se debe identificar los tipos de crédito que el mercado oferta a fin de elegir el que más conviene para financiar los proyectos considerando los plazos, intereses, amortizaciones y garantías.

Tomado de:

(Castro Martínez, 2011)

(Dirección Nacional de Planeación, 2014)

De tipo Social:

El ambiente social se compone de actitudes, formas de ser, expectativas, grados de inteligencia, educación, creencias y costumbres de un grupo determinado de personas. Dentro de los proyectos de construcción estos comportamientos influyen en la demanda de unidades habitacionales, por ejemplo, las parejas jóvenes tienden a comprar viviendas nuevas en lugar de alquilarlas, lo que da lugar a un incremento en la demanda de unidades nuevas y por ende al crecimiento del sector de la construcción, de igual manera cuando se presentan condiciones adecuadas de financiamiento aumenta la confianza del consumidor, estos aspectos de carácter social se pueden observar dentro de los indicadores analizados con anterioridad.

Sin embargo, es interesante analizar el comportamiento de las empresas constructoras competidoras cuando aumenta la demanda de viviendas, debido a que mercados saturados modifican el desarrollo de estrategias de mercado para atraer a un determinado público. (Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011)

6.1.1.3.9 Reacción de los competidores

Michael Porter (1982) considera a la intensidad de la competencia uno de las cinco fuerzas que constituyen su modelo holístico para la obtención de la mayor rentabilidad en cualquier industria siempre y cuando se combatan las debilidades y se aprovechen las fortalezas.

A medida que la intensidad de la competencia es mayor, el atractivo de la industria disminuye.

El ritmo de crecimiento de la industria puede reflejarse mediante el nivel de ventas, en este caso el número de obras de la industria. A nivel nacional el volumen de obras es bajo debido a la sobreoferta y descenso de demanda, y a nivel internacional es difícil competir con

empresas de gran tamaño. Todo ello ha contribuido a que la competencia entre las Pymes aumente considerablemente ya que los competidores se ven obligados a ser más agresivos para captar nuevos clientes o mantener a los actuales. (Músquiz Beguiristain, 2014)

El Modelo de Competencia Espacial, Hotelling (1929) propuso un modelo de competencia espacial, en el cual se explica que, si en un mercado lineal compiten dos productores, la localización que minimiza los costes de transporte se encuentra en los cuartiles, sin embargo, como consecuencia de la competencia, tenderán a agruparse en el centro.

A grandes rasgos, podría decirse que si un conjunto de empresas, están compitiendo en condiciones de diferenciación mínima (por ejemplo. espacialmente agrupadas), entonces exista la posibilidad de que alguna empresa encuentre un mercado "lejano" a la concentración en el que pueda entrar y obtener beneficios, pero, inmediatamente, comenzará una dinámica de relocalizaciones que, finalmente, acabará en un equilibrio de mínima diferenciación. (Pimentel, 2008)

Para determinar el estado de las empresas que ofertan en el mercado de vivienda se realizará un análisis de concentración y competencia de la oferta y demanda de unidades habitacionales basados en metodologías que se exponen más adelante.

Teniendo en cuenta el comportamiento histórico de los precios, se puede es posible plantear adicionalmente algunas hipótesis sobre su evolución futura. De todos modos, el precio (o tarifa), que los empresarios (privados o públicos) conocen, es una decisión estratégica, se trata de un asunto importante para la empresa. Asignar un precio más próximo o más alejado de los costos de producción tiene mucho que ver con la estructura de mercado, el tipo de producción y los objetivos de la empresa. Tal como se anotó anteriormente, después de establecer la estructura productiva de la empresa se asigna un porcentaje sobre los costos o se fija el nivel de beneficios que se pretende alcanzar, teniendo en cuenta la estimación de los niveles de ventas.

Tanto uno como otro esquema concurren en la teoría convencional de que el precio es fijado por el mercado, entonces se espera que con el tiempo se vaya acomodando a los mandatos de las leyes de la oferta y demanda mediante un proceso de aproximaciones sucesivas. (Miranda Miranda, 2005)

De tipo Técnico:

La tecnología es uno de los entornos que más ha evolucionado a lo largo de los últimos años y cuyos cambios son los más rápidos. El desarrollo y su aceleración modifican constantemente las condiciones en las que compite la empresa. Suponen, la apertura de nuevas posibilidades para la empresa, o peligro para aquellas que no sepan adaptarse. El contar con un buen desarrollo tecnológico garantiza productividad, calidad en los productos y competitividad; además de ser un atractivo para hacer negocios. (Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011)

6.1.1.3.10 Disponibilidad de materiales y equipos

Esta variable se refiere a la escasez e incremento de materiales y equipos que pueden producirse durante la ejecución del proyecto. Cuando las obras se han planificado ejecutar

durante extensos períodos de tiempo se incrementa el riesgo a que se presenten problemas con la adquisición de materiales e incrementos en su costo, estos pueden ser a nivel local o mundial, por ejemplo, en el 2004 diario El Tiempo publicaba “*La fuerte demanda de China eleva el precio del acero un 30% en dos meses*”, en efecto, en esos años China se preparaba para la organización de los juegos olímpicos, lo que generó un incremento del precio y la escasez a nivel mundial.

6.1.1.3.11 Disponibilidad de especialistas

Durante su ejecución el proyecto, queda expuesto a cambios de personal, aspectos que deben ser analizados por la administración y gerencia, no obstante, cuando el mercado genera incrementos en los proyectos de infraestructura en el sector, se puede presentar escasez de profesionales para el desarrollo de la obra, esta demanda extra de especialistas provoca un aumento en su costo.

De tipo Político

6.1.1.3.12 Riesgo Político

Las acciones de los diferentes gobiernos y administraciones públicas afectan las condiciones competitivas de las empresas por medio de la regulación de los sectores, las políticas y leyes implementadas, las medidas de fomento de la innovación, los medios de internacionalización, las prácticas empresariales, la regulación del mercado laboral, la legislación mercantil y administrativa, la política fiscal y tributaria (impuestos), entre otras.

Por otro lado, se denomina estabilidad política cuando existe un acuerdo entre los partidos políticos tanto de los que gobiernan como la oposición. Éstos se unen cada uno desde su ángulo para facilitar el gobierno y dar la viabilidad al plan de desarrollo propuesto por el gobernante en turno, permitiendo una armonía gubernamental y por lo tanto estabilidad política, esto implica un diálogo y consenso para la toma de las decisiones tanto de gobierno como de estado. (Vásquez Raigosa & Vallejo Londoño, 2011).

"El riesgo político puede definirse como la probabilidad de que un evento político afectan el clima de negocios para una firma determinada. Existen muchas clases de riesgo político, las cuales pueden dividirse en general en riesgos extralegales y riesgos legales-gubernamentales.

El riesgo político extralegal incluye cualquier evento que emane desde afuera de la autoridad preexistente o de la estructura de legitimidad del Estado, tales como terrorismo, sabotaje, revoluciones o golpes militares.

Por el contrario, el riesgo legal-gubernamental es un producto directo del proceso político en marcha e incluye eventos tales como elecciones democráticas que conducen a un nuevo gobierno o cambios referentes al comercio, a las inversiones extranjeras, al régimen laboral, subsidios, tecnología, y a políticas monetarias y de desarrollo".

Se puede dividir el riesgo político en macro riesgo que es aquel que afecta de manera general a todas las empresas extranjeras, un claro ejemplo es la expropiación de empresas, que puede ser consecuencia de gobiernos socialista o de boicots políticos, o legislaciones nacionalistas que estipulan que los ciudadanos del país sean dueños de la mayor parte de

la propiedad, por otra parte, el micro riesgo afecta a algunos sectores de la economía o bien a determinadas compañías extranjeras. Proviene generalmente de la intervención gubernamental por medio de regulaciones de la industria, impuestos sobre ciertos tipos de actividad empresarial y leyes locales. (Jiménez, 1997)

De tipo Legal

6.1.1.3.13 Riesgo Legal

La probabilidad de pérdidas o interferencias a un negocio derivadas principalmente de transacciones defectuosamente documentadas, reclamos o acciones legales, protección legal defectuosa de los derechos/activos de la empresa y/o desconocimiento normativo o cambios en la ley o su interpretación, así mismo, el comité de supervisión bancaria de Basilea define el riesgo legal como “la posibilidad de ser sancionado, multado u obligado a pagar daños punitivos como resultado de acciones supervisoras o de acuerdos privados entre las partes”.

El riesgo de legislación o cumplimiento surge de que una operación no pueda ser ejecutada por prohibición, limitación o incertidumbre en la legislación o por errores en la interpretación de la misma. (Superintendencia de Bancos de Guatemala, 2017)

De tipo Ambiental

En la actualidad, existe un alto grado de responsabilidad de la comunidad internacional respecto del impacto ambiental producido por los proyectos de construcción. Los grandes proyectos de ingeniería tienen una gran influencia en las comunidades y aunque generalmente los pequeños proyectos no afectan a la comunidad con la misma magnitud, pueden tener implicaciones severas en algunos periodos de tiempo.

Así, el riesgo ambiental incluye el riesgo de que se produzca un daño al medio ambiente natural o social por causa de una acción humana, que para nuestro interés debe ser la realización de un proyecto de infraestructura o construcción. (Rodríguez Fernández, 2007)

6.1.1.3.14 Afectaciones Climáticas

Lluvias: este evento meteorológico es catalogado como una causa exógena que genera retraso en la actividad analizada (Gómez Romero, 2014)

La fase cálida del ENOS, denominado El Niño, puede aparecer en cualquier época del año, sin embargo, entre diciembre y marzo cuando sus características se combinan con la estacionalidad normal (estación de lluvias), sus efectos se ven amplificados. Ocurre recurrentemente en ciclos de entre 2 y 7 años, produce un calentamiento anormal de las aguas ecuatoriales del Océano Pacífico tropical, el cual cuando alcanza una intensidad fuerte o muy fuerte, influye en las condiciones climáticas como vientos, temperaturas y precipitaciones, en muchas partes del mundo. (Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo, 2012)

Para mitigar el riesgo de afectaciones climáticas a los proyectos de construcción se debe elaborar un plan de contingencia, tener en cuenta los pronósticos climáticos y los periodos invernales en el cronograma (Restrepo Beltrán, 2015)

6.2 Recolección de información

Una vez que han sido identificadas las variables es necesario elegir los indicadores que son aquellos que poseen el dato estadístico que permite el análisis situacional y rendimiento de la variable a lo largo del tiempo, publicados por las entidades como DANE, CAMACOL, Banco de la República o IDEAM, organismos a cargo de la recopilación de datos estadísticos en las diferentes áreas de este estudio.

Los datos de los indicadores de las 14 variables que han sido identificadas se han tomado de las páginas de instituciones antes indicadas, según se muestra a continuación:

Tabla 7. Resumen de variables e indicadores por entidad

No.	Variable	Indicador	Institución donde se obtuvo el dato
1	Tasas de interés de préstamos	Tasa de interés hipotecaria	Banco de la República, cálculos Departamento de Estudios
2	Inflación	Inflación del productor (IPP)	DANE, Estadísticas por tema
3	Tasa de cambio	Tasa de cambio representativa	Banco de la República - Gerencia Técnica
4	Producto Interno Bruto	PIB edificaciones Santander (millones)	DANE , Cifras anuales DNP, Umacro trimestralización
5	Tasa de impuestos	Tasa tributaria (% de utilidades comerciales)	Página Web del Banco Mundial
6	Oferta	Ofertas de vivienda estrato 4 o superior	CAMACOL, Coordinada Urbana
7	Demanda	Población en capacidad de adquirir vivienda estrato 4 o superior	DANE, Población ocupada por rangos de ingresos laborales
8	Riesgo de crédito	Capital de créditos hipotecarios con 1 o más cuotas vencidas	DANE, Cartera Hipotecaria
9	Reacción de los competidores	Concentración de mercado índice Herfindahl-Hirschman (H-H)	Calculado a partir de datos de ventas CAMACOL
10	Disponibilidad de materiales y equipos	Toneladas de cemento despachado	Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC)-DANE
11	Disponibilidad de especialistas	Tasa de ocupación en el sector de la construcción	DANE, Sociales, Mercado laboral
12	Riesgo Político	Riesgo País calculado por JP Morgan Chase	JP Morgan (Riesgo País Colombia)
13	Riesgo Legal	Providencias en las cortes en contra de constructoras	Corte Suprema de Justicia, providencia, constructoras
14	Afectaciones Climáticas	Precipitación promedio anual (mm)	IADEM Datos de precipitación en mm
15	Variable Dependiente	No. de viviendas vendidas	CAMACOL, Coordinada Urbana

Fuente: Elaboración propia

Es necesario aclarar que, por ejemplo, si los autores mencionan que una de las variables de carácter técnico que influyen en los proyectos es la disponibilidad de materiales de construcción, el indicador que se ha elegido es la cantidad de cemento producido para la región, no obstante, si con posterioridad se determina que este indicador no es significativo, no significa que la variable en sí no sea significativa.

6.2.1 Limitaciones de recolección de información

Los datos recopilados han sido tomados desde el primer trimestre de 2009 al cuarto trimestre de 2017, esto en razón a que la información que fue proporcionada por CAMACOL para las ventas de unidades de vivienda se encuentran entre esos períodos.

Como se puede inferir de la literatura estadística los modelos mejoran cuando se tiene un mayor número de observaciones realizadas, es decir, mientras más datos se ingresen a los modelos la precisión se incrementa, con este antecedente sería ideal obtener datos mensuales de cada variable, no obstante, de las siguientes variables no se cuenta con datos mensuales: PIB edificaciones Santander, tasa tributaria de utilidad, población en capacidad de adquirir estrato 4, capital de créditos hipotecario vencido, concentración de mercado Índice H-H, providencias en las cortes

Con este antecedente el tratamiento de los datos que constan en las variables es de carácter trimestral con lo cual se tiene un total de 36 observaciones por cada variable.

6.2.2 Proceso de recolección de datos

Para la obtención de los datos se consultó las páginas web de las instituciones descritas en el numeral 5.2, además se solicitó información a través de correos electrónicos a DANE Santander, CAMACOL Santander, del IDEAM se obtuvo la información a través de los canales suministrados por la entidad para la solicitud de la información, cabe destacar la ayuda brindada por estas instituciones quienes facilitaron su información con la prontitud esperada.

6.3 Datos procesados

Los datos recolectados para las variables que se encuentran en series temporales trimestrales son las siguientes:

1. Variable Tasa de interés de préstamos, se han tomado los datos estadísticos trimestrales desde el 2009 hasta el 2017 que constan en la página oficial del Banco de la República, tasas de interés NO VIS.

Tabla 8. Estadística de la tasa de interés NO VIS

Año	Trimestre	Tasa de interés No VIS
2009	I	16,87
	II	15,76
	III	14,49
	IV	14,17
2010	I	13,6
	II	13,35
	III	12,69
	IV	11,89
2011	I	11,87
	II	11,59

	III	11,6
	IV	11,66
2012	I	12,06
	II	12,26
	III	12,36
	IV	12,17
2013	I	11,82
	II	11,31
	III	10,75
	IV	10,47
2014	I	10,17
	II	10
	III	10,01
	IV	9,8
2015	I	9,15
	II	9,39
	III	9,67
	IV	10,2
2016	I	11,44
	II	11,67
	III	12,39
	IV	12,47
2017	I	12,54
	II	12,2
	III	11,99
	IV	11,79

Fuente: Banco de la República

2. Variable Inflación, los indicadores de inflación básica se han tomado de los datos proporcionados por DANE, con periodicidad trimestral, a partir del primer trimestre del 2009.

Tabla 9. Estadística del índice de precios al productor

Año	Trimestre	Índice de precios al productor
2009	I	84,2300
	II	86,0900
	III	85,5300
	IV	85,1600
2010	I	88,1533
	II	89,2133
	III	87,5633
	IV	89,1133
2011	I	93,9767
	II	96,7433
	III	95,8500

	IV	98,7400
2012	I	97,7133
	II	96,9667
	III	94,9433
	IV	95,3833
2013	I	94,9000
	II	95,0967
	III	95,5400
	IV	94,5267
2014	I	96,6367
	II	97,7667
	III	97,7833
	IV	98,9233
2015	I	98,6433
	II	99,7333
	III	103,7000
	IV	104,2467
2016	I	105,7500
	II	106,9933
	III	107,4767
	IV	108,0633
2017	I	107,6367
	II	106,3733
	III	107,6567
	IV	110,3633

Fuente: DANE

3. Variable Tasa de cambio, el indicador para esta variable es la denominada Tasa representativa del mercado (TRM) se calcula con base en las operaciones de compra y venta de divisas entre intermediarios financieros, los datos han sido tomados de la página oficial del Banco de la República.

Tabla 10. Estadística de la tasa representativa del mercado (TRM)

Año	Trimestre	Tasa de cambio
2009	I	\$ 2.411,83
	II	\$ 2.230,46
	III	\$ 2.014,96
	IV	\$ 1.965,43
2010	I	\$ 1.948,05
	II	\$ 1.949,30
	III	\$ 1.833,79
	IV	\$ 1.864,64
2011	I	\$ 1.877,09

	II	\$ 1.797,83
	III	\$ 1.793,49
	IV	\$ 1.920,15
2012	I	\$ 1.800,79
	II	\$ 1.786,69
	III	\$ 1.797,36
	IV	\$ 1.805,97
2013	I	\$ 1.791,32
	II	\$ 1.862,67
	III	\$ 1.907,72
	IV	\$ 1.913,28
2014	I	\$ 2.005,16
	II	\$ 1.913,59
	III	\$ 1.909,83
	IV	\$ 2.173,17
2015	I	\$ 2.467,76
	II	\$ 2.501,75
	III	\$ 2.937,01
	IV	\$ 3.058,35
2016	I	\$ 3.251,31
	II	\$ 2.994,70
	III	\$ 2.946,01
	IV	\$ 3.016,50
2017	I	\$ 2.921,08
	II	\$ 2.919,51
	III	\$ 2.975,62
	IV	\$ 2.986,33

Fuente: Banco de la República

4. Variable Producto Interno Bruto, este se estableció considerando la variación trimestral del componente edificaciones en el Producto Interno Bruto de los datos que constan la página oficial del DANE desde el 2009 hasta el 2017.

Tabla 11. Estadística del PIB de edificaciones

Año	Trimestre	PIB de edificaciones
2009	I	5.787
	II	6.435
	III	6.210
	IV	5.785
2010	I	5.480
	II	5.089
	III	5.573
	IV	6.286
2011	I	5.979
	II	6.418

	III	7.495
	IV	7.208
2012	I	7.224
	II	7.397
	III	6.480
	IV	7.009
2013	I	6.158
	II	6.217
	III	6.377
	IV	6.255
2014	I	6.444
	II	6.627
	III	7.896
	IV	7.328
2015	I	7.052
	II	7.544
	III	7.622
	IV	7.892
2016	I	7.727
	II	7.750
	III	8.352
	IV	7.901
2017	I	7.596
	II	7.437
	III	7.565
	IV	7.436

Fuente: DANE

5. Variable Tasa de impuestos, los datos se tomaron de la página oficial del Banco Mundial el cual genera un reporte de impuestos sobre utilidades (% de utilidades comerciales), se debe aclarar que los datos que constan en la página son anuales, estos fueron tratados de forma artificial con una regresión lineal obteniéndose los valores trimestrales que se presentan.

Tabla 12. Estadística de la tasa de impuesto por porcentaje de utilidad

. Año	Trimestre	Tasa impuestos (% de Utilidades)
2009	I	80,30
	II	79,76
	III	79,44
	IV	79,12
2010	I	80,30
	II	78,47
	III	78,15

	IV	77,83
2011	I	76,40
	II	77,19
	III	76,86
	IV	76,54
2012	I	76,00
	II	75,90
	III	75,58
	IV	75,26
2013	I	76,10
	II	74,61
	III	74,29
	IV	73,97
2014	I	77,30
	II	73,33
	III	73,01
	IV	72,68
2015	I	69,70
	II	72,04
	III	71,72
	IV	71,40
2016	I	69,80
	II	70,75
	III	70,43
	IV	70,11
2017	I	69,70
	II	69,47
	III	69,15
	IV	68,83

Fuente: Banco Mundial

6. Variable Oferta, los datos para establecer la oferta fueron proporcionados por CAMACOL con datos que van desde enero del 2009 a diciembre del 2017.

Tabla 13. Estadística de las unidades de vivienda ofertadas

Año	Trimestre	Oferta
2009	I	3.240
	II	3.333
	III	3.083
	IV	2.861
2010	I	2.400

	II	2.156
	III	2.071
	IV	1.841
2011	I	2.040
	II	2.192
	III	2.199
	IV	2.225
2012	I	2.787
	II	2.944
	III	3.315
	IV	4.023
2013	I	3.769
	II	3.299
	III	3.149
	IV	3.223
2014	I	3.641
	II	3.431
	III	3.353
	IV	3.746
2015	I	3.969
	II	4.036
	III	3.859
	IV	3.707
2016	I	3.609
	II	3.894
	III	4.469
	IV	4.520
2017	I	4.221
	II	4.164
	III	4.310
	IV	4.183

Fuente: CAMACOL

7. Variable Demanda, el indicador considerado para determinar el potencial de la demanda tiene que ver la cantidad de habitantes del A.M. Bucaramanga que poseen la capacidad de adquirir una vivienda de estrato 4 o superior considerando sus ingresos.

Tabla 14. Estadística de la población en capacidad financiera de adquirir vivienda en estrato 4

Año	Trimestre	Población en capacidad de adquirir
2009	I	38.553
	II	41.866
	III	39.463
	IV	46.284
2010	I	35.800

	II	30.783
	III	35.768
	IV	38.737
2011	I	32.137
	II	34.472
	III	44.551
	IV	45.549
2012	I	43.387
	II	34.948
	III	39.029
	IV	38.400
2013	I	40.507
	II	38.523
	III	39.607
	IV	36.063
2014	I	42.641
	II	46.314
	III	47.963
	IV	45.211
2015	I	32.377
	II	38.265
	III	27.230
	IV	30.176
2016	I	21.448
	II	27.120
	III	22.437
	IV	30.035
2017	I	27.406
	II	22.363
	III	24.668
	IV	19.854

Fuente: DANE

8. Variable Riesgo crediticio, este indicador se ha tomado considerando la cartera vencida en miles de millones de 1 o más cuotas, los valores se tomaron desde el 2009 de la página oficial del DANE, cartera vencida.

Tabla 15. Estadística del capital de crédito vencido de una o más cuotas

Año	Trimestre	Capital de 1 o más cuotas vencidas
2009	I	1.587.559
	II	1.571.665
	III	1.545.334
	IV	1.470.198
2010	I	1.483.912

	II	1.372.948
	III	1.354.803
	IV	1.297.078
2011	I	1.291.100
	II	1.269.821
	III	1.201.674
	IV	1.216.496
2012	I	1.208.852
	II	1.194.918
	III	1.139.670
	IV	1.098.548
2013	I	1.110.429
	II	1.155.309
	III	1.078.547
	IV	1.047.606
2014	I	1.040.725
	II	1.015.826
	III	1.015.110
	IV	993.463
2015	I	997.190
	II	1.063.419
	III	1.038.396
	IV	981.834
2016	I	1.085.678
	II	1.089.571
	III	1.110.479
	IV	1.091.847
2017	I	1.167.960
	II	1.135.047
	III	1.175.167
	IV	1.150.994

Fuente: DANE

9. Variable Reacción de los competidores, para establecer este indicador se ha considerado el índice conocido como Herfindahl-Hirschman (IHH), Este índice es sugerido como un indicador de estructura de mercado, como se analizó anteriormente.

Tabla 16. Estadística de la acumulación del mercado de viviendas en A.M. Bucaramanga

Año	Trimestre	Índice trimestral H-H
2009	I	2.758,58
	II	3.582,82
	III	4.097,69
	IV	3.409,96
2010	I	3.674,61

	II	2.853,98
	III	3.653,77
	IV	2.428,90
2011	I	2.500,38
	II	3.073,09
	III	3.075,10
	IV	3.004,23
2012	I	3.062,16
	II	3.934,49
	III	3.359,66
	IV	3.640,03
2013	I	3.790,53
	II	3.224,56
	III	2.552,48
	IV	4.168,12
2014	I	3.021,71
	II	2.542,74
	III	2.839,66
	IV	2.812,79
2015	I	2.703,67
	II	3.469,52
	III	3.171,23
	IV	4.294,53
2016	I	3.297,93
	II	3.900,06
	III	3.149,08
	IV	3.594,67
2017	I	2.840,73
	II	3.439,43
	III	4.959,12
	IV	3.846,41

Fuente: Elaboración a través de datos proporcionados por el DANE

10. Variable Disponibilidad de materiales y equipo, esta es una de las variables que cuenta con menor cantidad de indicadores, por lo que se ha elegido el dato disponible en DANE sobre la cantidad de cemento despachado a Santander en el período de análisis.

Tabla 17. Estadística de la cantidad de toneladas de cemento despachado a Santander

Año	Trimestre	Toneladas de cemento despachado
2009	I	32.399
	II	34.300
	III	37.114
	IV	37.495
2010	I	40.887

	II	44.429
	III	47.865
	IV	50.417
2011	I	50.910
	II	49.115
	III	59.074
	IV	55.730
2012	I	60.848
	II	58.402
	III	64.957
	IV	62.669
2013	I	60.344
	II	64.456
	III	65.374
	IV	66.687
2014	I	60.952
	II	65.097
	III	70.101
	IV	68.129
2015	I	58.989
	II	58.728
	III	63.291
	IV	64.074
2016	I	53.330
	II	54.050
	III	51.476
	IV	50.696
2017	I	48.888
	II	46.829
	III	50.644
	IV	47.710

Fuente: DANE

11. Variable Disponibilidad de especialistas, al igual que ocurrió en los materiales no existen registros precisos de los especialistas por sectores que laboran en el A.M. Bucaramanga, por lo que se ha elegido el dato disponible en DANE sobre la tasa de ocupación en la construcción en Santander durante el período de análisis.

Tabla 18. Estadística de la tasa de ocupación en el sector de la construcción

Año	Trimestre	Tasa de ocupación en la construcción
2009	I	61,41
	II	62,31
	III	61,26
	IV	62,57

2010	I	64,72
	II	64,58
	III	62,04
	IV	61,94
2011	I	62,20
	II	62,48
	III	64,14
	IV	64,50
2012	I	62,27
	II	63,62
	III	64,55
	IV	64,97
2013	I	63,60
	II	63,11
	III	63,43
	IV	61,68
2014	I	64,11
	II	66,25
	III	65,86
	IV	64,37
2015	I	63,14
	II	64,58
	III	64,11
	IV	63,68
2016	I	61,64
	II	61,93
	III	64,36
	IV	63,42
2017	I	62,06
	II	65,25
	III	64,25
	IV	61,83

Fuente: DANE

12. Variable Política, Como indicador de riesgo político se ha tomado el EMBI (Emerging Markets Bonds Index o Indicador de Bonos de Mercados Emergentes) el cual mide el riesgo país y está calculado por JP Morgan Chase. Se entiende como riesgo país a la inseguridad de una inversión económica mide el entorno político, económico, seguridad pública, etc.

Tabla 19. Estadística del riesgo país calculado por JP Morgan

Año	Trimestre	Riesgo País JP Morgan
-----	-----------	-----------------------

2009	I	488,80
	II	344,48
	III	269,76
	IV	212,82
2010	I	210,74
	II	207,65
	III	180,58
	IV	157,96
2011	I	150,64
	II	147,94
	III	177,11
	IV	201,35
2012	I	175,22
	II	164,79
	III	135,26
	IV	116,66
2013	I	129,00
	II	150,84
	III	179,83
	IV	179,21
2014	I	182,98
	II	149,48
	III	150,32
	IV	182,42
2015	I	219,24
	II	213,50
	III	268,09
	IV	294,20
2016	I	360,93
	II	289,31
	III	241,74
	IV	238,03
2017	I	183,04
	II	198,83
	III	199,15
	IV	204,21

Fuente: JP Morgan Chace

13. Variable Legal, Como indicador de riesgo legal se puede considerar el entorno legal, resoluciones judiciales y administrativas, por lo que para este análisis se ha considerado el

número de providencias de tipo civil, penal y laboral iniciadas en contra de empresas constructoras.

Tabla 20. Estadística del número de providencias de tipo civil, penal y laboral iniciadas contra constructoras

Año	Trimestre	Providencias en las cortes
2009	I	9,00
	II	12,00
	III	14,00
	IV	15,00
2010	I	6,00
	II	15,00
	III	20,00
	IV	8,00
2011	I	13,00
	II	18,00
	III	28,00
	IV	19,00
2012	I	16,00
	II	22,00
	III	17,00
	IV	22,00
2013	I	13,00
	II	23,00
	III	34,00
	IV	17,00
2014	I	25,00
	II	16,00
	III	40,00
	IV	65,00
2015	I	28,00
	II	28,00
	III	34,00
	IV	28,00
2016	I	19,00
	II	22,00
	III	28,00
	IV	6,00
2017	I	31,00
	II	16,00
	III	24,00
	IV	18,00

Fuente: Corte Nacional de Justicia

14. Variable Afectaciones Climáticas, como indicador de esta variable se se ienen tienen los datos de precipitaciones promedio trimestral en mm. Que se han generado en el A.M. de Bucaramanga, durante el período analizado, los datos han sido proporcionados por IDEAM.

Tabla 21. Estadística de las precipitaciones promedio trimestrales en el A.M. Bucaramanga en mm.

Año	Trimestre	Precipitaciones promedio trimestrales
2009	I	119,45
	II	83,00
	III	81,65
	IV	126,37
2010	I	42,93
	II	161,72
	III	186,35
	IV	210,25
2011	I	73,02
	II	170,28
	III	118,65
	IV	190,90
2012	I	85,13
	II	140,48
	III	78,53
	IV	110,43
2013	I	115,92
	II	87,92
	III	84,32
	IV	81,75
2014	I	82,83
	II	92,03
	III	100,18
	IV	171,53
2015	I	75,82
	II	86,25
	III	88,17
	IV	30,95
2016	I	75,07
	II	112,12
	III	83,72
	IV	100,50
2017	I	79,72
	II	106,91
	III	98,54
	IV	113,71

Fuente: IDEAM

Una vez que se han identificado las variables y se han establecido los indicadores que se utilizarán para el análisis estadístico, es necesario plantear un parámetro al cual se pueda igualar la ecuación resultante de este modelo, en razón de que el presente trabajo tiene como finalidad establecer las incidencias de las variables en la rentabilidad de los proyectos de construcción, se considera que el mejor indicador para convertirlo en la variable dependiente del modelo es el número de viviendas vendido, este dato es proporcionado por CAMACOL y se encuentra disponible mensualmente a partir de enero del 2009.

Tabla 22. Estadística de la cantidad de viviendas vendidas en el A.M. de Bucaramanga

Año	Trimestre	Número de viviendas vendidas
2009	I	759,00
	II	536,00
	III	271,00
	IV	227,00
2010	I	222,00
	II	215,00
	III	310,00
	IV	291,00
2011	I	527,00
	II	456,00
	III	331,00
	IV	248,00
2012	I	353,00
	II	358,00
	III	451,00
	IV	393,00
2013	I	398,00
	II	402,00
	III	438,00
	IV	370,00
2014	I	343,00
	II	182,00
	III	167,00
	IV	161,00
2015	I	217,00
	II	202,00
	III	203,00
	IV	144,00
2016	I	171,00
	II	264,00
	III	368,00
	IV	261,00
2017	I	238,00
	II	195,00

	III	222,00
	IV	145,00

Fuente: CAMACOL

6.4 Ajuste de los datos procesados

Las siguientes variables cuentan con datos que tienen frecuencia mensual:

- Tasa de interés hipotecaria
- Inflación del productor IPP
- Ofertas de vivienda estrato 4
- Toneladas de cemento despachado
- Tasa de ocupación en el sector
- Precipitación promedio trimestral (mm)

Para obtener la información en los períodos requeridos, se realizaron promedios simples que permiten transformar los datos mensuales en trimestrales, aspecto necesario para acoplar a la misma temporalidad todas las variables de la investigación.

En el caso de las variables tasa de cambio que es la Tasa representativa del mercado (TRM) y Riesgo País que es un indicador calculado por JP Morgan y, la información es diaria, al igual que en el caso anterior a través de promedios simples, se transformaron los datos a trimestrales.

Un caso particular tiene que ver con la tasa tributaria (% de utilidades), estos datos se obtuvieron de la página web oficial del Banco Mundial con una temporalidad anual, para poder obtener datos de carácter trimestral se utilizó una regresión lineal que fue la ecuación que mejor se adaptó a los datos, además, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 90%, con lo cual se aceptó la ecuación para la regresión y se generaron los datos de manera artificial.

6.5 Desarrollo del modelo matemático

Una vez que se han seleccionado las variables e indicadores que afectan los proyectos de construcción de vivienda, el siguiente paso es elegir el tratamiento que se les dará, éste debe permitir evaluar su representatividad dentro del modelo y establecer las relaciones que existen entre cada una de ellas.

Para la elaboración del modelo matemático se utilizarán los modelos de regresión que se estudian dentro de la econometría, como se evidencia a lo largo de esta investigación, la mayoría de las variables enunciadas por los expertos y que forman parte de los proyectos son de tipo económicas por lo que es consistente que se traten a través de esta metodología.

Además, la teoría en economía por sí sola no proporciona medida numérica de la relación entre una o más variables que se deciden investigar, no dice cuánto aumentará o se reducirá la cantidad como resultado de un cambio determinado en las ventas, sin embargo, la econometría si procura tales estimaciones numéricas. (Gujarati, 2010)

6.5.1 Evaluación del software para el modelo

Alrededor de la econometría se han desarrollado varios programas informáticos que permiten efectuar un modelo, dentro de los que se evaluaron los siguientes:

- Eviews 10

Página Web: <http://www.eviews.com/home.html>

Costo versión: 225.00 USD.

2. SHAZAM

Página Web: <http://www.econometrics.com/>

Costo versión Standar: 249.00 USD.

3. Gretel

Página Web: http://gretl.sourceforge.net/gretl_espanol.html

Costo: Licencia Libre

4. RATS

Página Web: <https://estima.com/>

Costo de la versión STUDENT: 275.00 USD

4. R

Página Web: <https://www.r-project.org>

Costo versión: Libre

Como se evidencia el costo de los diferentes paquetes informáticos que permiten desarrollar modelos econométricos es uno de los factores que se deben considerar para su elección, con base a ese aspecto Gretl y R son programas de licencia abierta, no obstante, el primero posee una interfaz gráfica mucho más amigable e intuitiva, lo que permite identificar con facilidad los resultados, además cuenta con amplia información, los manuales de usuarios están disponibles en diferentes idiomas y posee video tutoriales de uso en diferentes plataformas, por lo que es el software que mejor se adapta para las necesidades de esta investigación.

6.5.2 Evaluación de los modelos

Los datos trimestrales de las 15 variables, es decir, 14 variables independientes y 1 dependiente (No. de viviendas), se han cargado en el software como series temporales, considerando que los datos de cada trimestre influyen en el siguiente valor, es decir no son medidas independientes entre sí longitudinalmente, por tanto, no se las considera como una serie de datos transversales por año.

Modelo 1

Para el modelo 1, se correrá en el software toda la matriz de datos por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) que ofrece Gretl. En razón a que se desea establecer su relación e importancia, se igualan las 14 variables independientes a la cantidad de viviendas vendidas, que se transforma en la variable dependiente.

Del modelo ingresado a Gretl se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 23. Resultado obtenido del software para el Modelo 1

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 2009:1-2017:4 (T = 36)					
Variable dependiente: Viviendas vendidas					
Variable independientes	Coefficiente	Desviación Típica	Estadístico t	valor p	
Const	1739.214996	2018.994745	0.861426212	0.39873295	
Tasa de interés hipotecaria	63.91115853	35.13686829	1.818920173	0.0832141	*
Inflación del productor IPP	12.24499448	11.73992478	1.043021545	0.30879748	
Tasa de cambio real	-0.386225552	0.158402042	-2.438261201	0.02372896	**
PIB edificaciones Santander	0.029317621	0.037166798	0.788812135	0.43903693	
Tasa tributaria de utilidad	5.549164684	18.9361757	0.29304569	0.77236341	
Ofertas de vivienda estrato 4	0.081988706	0.053290305	1.538529478	0.1388519	
Población en capacidad de adquirir estrato 4	-0.009827634	0.004601979	-2.135523543	0.04465691	**
Capital de créditos hipotecario vencido	-0.000319502	0.000646851	-0.493934299	0.62647937	
Concentración de mercado Índice H-H	-0.05747179	0.035676967	-1.610893388	0.12213248	
Toneladas de cemento despachado	0.004302563	0.00772214	0.557172324	0.58330015	
Tasa de ocupación en el sector	-26.9991064	14.4946783	-1.862690972	0.07655535	*
Riesgo país calculado por JPM	1.037152886	0.507830215	2.04232213	0.05387654	*
Providencias en las cortes	-0.898229493	2.217584316	-0.405048632	0.68953831	
Precipitación promedio trimestral (mm)	-0.135258624	0.524161827	-0.258047452	0.79888233	
Media de la variable dependiente	306.6388889	D.T. de la variable dependiente	132.841076		
Suma de cuad. Residuos	168762.5482	D.T. de la regresión	89.6454785		
R-cuadrado	0.726760641	R-cuadrado corregido	0.54460107		
F(14, 21)	3.98969228	Valor p (de F)	0.00219519		
Log-verosimilitud	-203.2309097	Criterio de Akaike	436.461819		
Criterio de Schwarz	460.2146035	Criterio de Hannan-Quinn	444.752177		
Rho	0.139135633	Durbin-Watson	1.60893949		

Fuente: Software Gretl

De acuerdo a estos resultados, el R^2 es de 72.67%, un número muy bueno si se considera la cantidad de variables analizadas, sin embargo, para validar el modelo es necesario que se realicen una serie de contrastes que permitan determinar si el modelo considerado es el más adecuado para este análisis.

En primer lugar, se verifica que los datos seleccionados tengan significancia y que no sea una relación ilegítima, de acuerdo con Granger y Newbold, $R^2 > d$ (Durbin-Watson) es una regla práctica para sospechar que la regresión estimada posee datos que no están acorde a la realidad.

Que los resultados de la regresión presentados carezcan de sentido se advierte con facilidad al hacer la regresión de las primeras diferencias de la variable dependiente sobre las primeras diferencias de las variables independientes (Gujarati, 2010).

De este análisis se desprende que los datos si tienen significancia debido a que el R^2 es menor al valor de Durbin Watson.

Al aplicar los contrastes de linealidad y heterocedasticidad de White, se obtienen los siguientes resultados:

- Contraste de no linealidad (cuadrados) -

Hipótesis nula: la relación es lineal

Estadístico de contraste: LM = 29.452

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(14) > 29.452) = 0.00907262$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

- Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad

Estadístico de contraste: LM = 29.1154

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(28) > 29.1154) = 0.406694$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

Se rechaza la hipótesis nula de relación lineal debido a que el valor de probabilidad obtenido es muy inferior al 5%, así mismo se evidencia que la relación es homoscedastica porque no existe heterocedasticidad detectada en el modelo.

En lo que tiene que ver a la autocorrelación el modelo presenta los siguientes resultados:

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 4

Hipótesis nula: no hay autocorrelación

Estadístico de contraste: LMF = 1.26084

con valor $p = P(F(4, 17) > 1.26084) = 0.323594$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

Al ser superior al 5% se se acepta la hipótesis nula es decir que el modelo no presenta problemas de autocorrelación.

Uno de los problemas más difíciles de solucionar es cuando las variables presentan multicolinealidad entre ellas, según (Gujarati, 2010), un supuesto del modelo clásico de regresión lineal es que esta no existe entre las variables explicativas o independientes. Interpretada en términos generales, esto se refiere a una situación en la cual existe una relación lineal exacta o aproximadamente exacta entre las variables independientes.

Para comprobar esta hipótesis Gretl utiliza el análisis de Factores de inflación de varianza (VIF), el cual arrojó los siguientes resultados:

Tabla 24. Resultado del contraste de multicolinealidad para el Modelo 1

Factores de inflación de varianza (VIF)	
Mínimo valor posible = 1.0	
Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad	
Variable independientes	Coficiente
Tasa de interés hipotecaria	15.229
Inflación del productor IPP	1.922
Tasa de cambio	27.669
PIB edificaciones Santander	4.083
Tasa tributaria de utilidad	20.193
Ofertas de vivienda estrato 4	7.366
Población en capacidad de adquirir estrato 4	5.652
Capital de créditos hipotecario vencido	53.078
Concentración de mercado Índice H-H	1.81
Toneladas de cemento despachado	25.949
Tasa de ocupación en el sector	1.621
Riesgo país calculado por JPM	6.165
Providencias en las cortes	2.591
Precipitación promedio trimestral (mm)	1.956

Fuente: Software Gretl

Este análisis permite identificar la presencia de multicolinealidad en 5 de las 14 variables independientes, aspecto que era de suponerse debido a que el R^2 es alto pero las variables significativas son pocas como se evidencia en los datos de la columna del valor P, donde se puede apreciar que solo 2 variables tienen relevancia al 5% y 3 variables al 10%.

Para finalizar se efectúa una prueba que permita verificar la normalidad de los residuos, esta prueba se realiza bajo la consideración que la perturbación corresponde a una distribución de tipo normal.

La verificación arroja los siguientes resultados:

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 0.0248824

con valor p = 0.987636

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

Con los resultados se demuestra que la perturbación se distribuye normalmente

Conclusión del modelo 1:

Los contrastes realizados permiten establecer que pese a que el coeficiente de determinación R^2 es alto de 0.72, que no existe autocorrelación, que los residuos se distribuyen normalmente y que no se detectó heterocedasticidad, la relación del modelo no es lineal, presenta problemas de multicolinealidad y los valores significativos de las variables es bajo. Por lo que se rechaza el presente modelo.

Modelo 2

Uno de los objetivos de la presente investigación es determinar las variables que afectan financieramente a los proyectos de inversión en viviendas de estratos 4, 5 y 6, para Bucaramanga, en el numeral 5.1, se identificaron las variables exógenas que a criterio de varios autores influyen en este tipo de proyectos, no obstante, al correr el modelo 1 se puede apreciar que las algunas variables no tienen significancia en el modelo, con este antecedente y en razón de los problemas detectados en el modelo anterior, se retiran las variables que no presentan significancia, para esto Gretl ofrece una herramienta que permite eliminar las variables a través de iteraciones hasta conseguir relevancia, las variables retiradas durante las iteraciones fueron:

Tabla 25. Tabla de eliminación secuencial con $\alpha= 0,1$ para el Modelo 1

Eliminación secuencial utilizando alfa= 0.10 a dos colas	
Quitando Precipitación promedio anual(mm)	(valor p 0.799)
Quitando Tasa tributaria de utilidad	(valor p 0.751)
Quitando Capital de créditos hipotecario vencido	(valor p 0.668)
Quitando Providencias en las cortes	(valor p 0.434)
Quitando PIB edificaciones Santander	(valor p 0.467)
Quitando Inflación del productor IPP	(valor p 0.202)

Fuente: Software Gretl

Por lo que se genera la hipótesis nula de que los coeficientes son 0 para estas variables como se muestra a continuación:

Tabla 26. Estadísticos obtenidos de la eliminación secuencial para el modelo 1

Contraste sobre el Modelo 1:
Hipótesis nula: los parámetros de regresión son cero para las variables: Inflación del productor IPP, PIB edificaciones Santander, Tasa tributaria de utilidad, Capital de créditos hipotecario vencido, Providencias en las cortes, Precipitación promedio trimestral en mm.
Estadístico de contraste: $F(6, 21) = 0.476013$, valor p 0.818476
Al omitir variables mejoraron 3 de 3 criterios de información.

Fuente: Software Gretl

Con este criterio se corre nuevamente el modelo en el software, proceso del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 27. Resultado obtenido del software para el Modelo 2

Variable dependiente: Viviendas vendidas					
Variables independientes	Coficiente	Desviación Típica	Estadístico t	valor p	
Const	1573.5136	917.1410834	1.715672353	0.09767758	*
Tasa de interés hipotecaria	51.5958395	20.63842893	2.499988718	0.018794729	**
Tasa de cambio real	-0.327814464	0.093738953	-3.497099697	0.001645715	***
Ofertas de vivienda estrato 4	0.077181781	0.033662362	2.292821331	0.029874798	**
Población en capacidad de adquirir estrato 4	-0.009582205	0.003691153	-2.5959926	0.015072951	**
Concentración de mercado índice H-H	-0.059704847	0.028130961	-2.122389167	0.043124205	**
Toneladas de cemento despachado	0.006700138	0.003345236	2.002889116	0.055323136	*
Tasa de ocupación en el sector	-22.39487332	13.13638833	-1.704796841	0.099714658	*
Riesgo País calculado por JPM	0.949427224	0.3636857	2.610570675	0.01457174	**

Media de la variable dependiente	306.6388889	D.T. de la variable dependiente	132.8410764
Suma de cuad. Residuos	191714.8996	D.T. de la regresión	84.26477221
R-cuadrado	0.689599044	R-cuadrado corregido	0.597628391
F(8, 27)	7.498033531	Valor p (de F)	3.08075E-05
Log-verosimilitud	-205.52621	Criterio de Akaike	429.05242
Criterio de Schwarz	443.3040904	Criterio de Hannan-Quinn	434.0266347
Rho	0.24219467	Durbin-Watson	1.457268847

Fuente: Software Gretl

En el modelo 2 el R^2 es de 68,95%, es decir, pese a que se retiraron 6 variables el coeficiente de determinación no varió significativamente y sigue siendo un valor representativo considerando las variables utilizadas, con este antecedente se realiza la validación del modelo.

El contraste de linealidad por cuadrados y logaritmos reporta los siguientes datos:

Contraste de no linealidad (cuadrados) -

Hipótesis nula: la relación es lineal

Estadístico de contraste: LM = 14.8756

con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(8) > 14.8756) = 0.06161$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

Contraste de no linealidad (logaritmos) -

Hipótesis nula: la relación es lineal

Estadístico de contraste: LM = 14.4942

con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(8) > 14.4942) = 0.0697593$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

Como se puede observarse puede observar la probabilidad de que la relación sea lineal supera el 5%, con lo cual no se puede rechazar la hipótesis de nulidad y por tanto se se acepta que el modelo tiene una relación lineal.

El contraste de autocorrelación del modelo presenta los siguientes resultados:

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 4 -

Hipótesis nula: no hay autocorrelación

Estadístico de contraste: LMF = 1.20375

con valor $p = P(F(4, 23) > 1.20375) = 0.336078$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

La probabilidad supera el 5% por lo que se se acepta la hipótesis nula es decir que el modelo no presenta autocorrelación.

En lo que tiene que ver a la heterocedasticidad, se utiliza el contraste de White el cual ratifica que el modelo es homoscedastico como se demuestra a continuación:

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad

Estadístico de contraste: LM = 16.5658

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(16) > 16.5658) = 0.414215$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

Sobre la normalidad de los residuos se verificó que estos se distribuyen normalmente por lo cual la probabilidad supera el 5% como se demuestra a continuación:

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 0.447048

con valor $p = 0.799696$

Con valores de p superiores a 0.05 se acepta la hipótesis nula, caso contrario se la rechaza

Finalmente se analiza la multicolinealidad haciendo uso del análisis de Factores de inflación de varianza (VIF), el cual determinó que:

Tabla 28. Resultado del contraste de multicolinealidad para el Modelo 2

Factores de inflación de varianza (VIF)	
Mínimo valor posible = 1.0	
Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad	
Variable independientes	Coefficiente
Tasa de interés hipotecaria	5.946
Tasa de cambio	10.967
Ofertas de vivienda estrato 4	3.327
Población en capacidad de adquirir estrato 4	4.115
Concentración de mercado Índice H-H	1.274
Toneladas de cemento despachado	5.511
Tasa de ocupación en el sector	1.507
Riesgo país calculado por JPM	3.579

Una de las variables probablemente se encuentra con problemas de multicolinealidad, al respecto (Gujarati, 2010) manifiesta que: Si la multicolinealidad es menos que perfecta, como sucede en el presente caso, los coeficientes de regresión, aunque sean determinados, poseen grandes errores estándar (en relación con los coeficientes mismos), lo cual significa que los coeficientes no pueden ser estimados con gran precisión o exactitud, en razón de que el objetivo de esta investigación no es determinar predicciones de ventas sino establecer la importancia de las variables, se se asumen estos valores.

Conclusiones del modelo 2

El presente modelo ha obtenido un coeficiente de determinación bastante aceptable para tratarse de variables tan dispersas como las tratadas, con un R^2 de 0.6895, todas las variables tienen significación al menos al 10%, no presenta problemas de linealidad, heterocedasticidad y la multicolinealidad existe únicamente para una variable, con lo antes mencionado se aceptaría este modelo para establecer conclusiones de la investigación.

Modelo 3

Como se puede inferir de la literatura estadística los modelos mejoran cuando se tiene un mayor número de observaciones realizadas, es decir, mientras más datos se ingresen a los modelos la precisión se incrementa.

En los modelos 1 y 2, los cálculos se realizaron con series de tiempo trimestrales a partir del año 2009, por lo que el número de observaciones fue de 36.

Si los modelos anteriores se realizarían con datos mensuales se supone que los resultados mejorarían, no obstante, las siguientes variables no cuentan con datos mensuales sino sólo trimestrales:

- PIB edificaciones Santander
- Tasa tributaria de utilidad
- Población en capacidad de adquirir estrato 4
- Capital de créditos hipotecario vencido
- Concentración de mercado Índice H-H
- Providencias en las cortes

Si se desea evaluar la precisión de los datos utilizando observaciones mensuales se requiere desagregar los datos trimestrales a datos mensuales, con esta finalidad se utilizará el software denominado ECOTRIM.

ECOTRIM es un software creado por "Statistical Studies and Data Analysis, Luxemburgo", en nombre de la Oficina Estadística de la Comunidad Europea, que suministra procedimientos basados en la desagregación temporal de series de baja frecuencia a través

de métodos matemáticos y estadísticos, la desagregación temporal es un proceso que permite derivar datos de alta frecuencia a partir de datos de baja frecuencia opcionalmente usando información relacionada.

Aunque que los datos hayan sido generados a través de procesos estadísticos sofisticados, es necesario recordar que no dejan de ser valores artificiales lo que indudablemente afectará al modelo de regresión planteado, lo anterior, porque estos arrastran los patrones de los datos originales.

No obstante, para efectos investigativos con estos valores se ingresó en Gretl la matriz de datos que posee 15 variables y 108 observaciones, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 29. Resultado obtenido del software para el Modelo 3

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 2009:1-2017:12 (T = 108)				
Variable dependiente: Viviendas vendidas				
Variable independientes	Coefficiente	Desviación Típica	Estadístico t	valor p
Const	332.8672003	1326.616418	0.250914428	0.80243381
Tasa de interés hipotecaria	21.54026309	23.94572076	0.899545405	0.37068553
Inflación del productor IPP	21.44105359	13.39755363	1.600370798	0.11290809
Tasa de cambio	-0.352579663	0.12619992	-2.793818445	0.00632535 ***
PIB edificaciones Santander	0.162154919	0.095078079	1.705492176	0.09144069 *
Tasa tributaria de utilidad	56.46694013	46.38231061	1.217424044	0.22652302
Ofertas de vivienda estrato 4	0.143146072	0.03554055	4.027683142	0.00011494 ***
Población en capacidad de adquirir estrato 4	-0.031531739	0.011278011	-2.795859907	0.00628866 ***
Capital de créditos hipotecario vencido	0.000262169	0.001075836	0.243688288	0.808009
Concentración de mercado Índice H-H	-0.207763206	0.084273818	-2.465335158	0.01552297 **
Toneladas de cemento despachado	0.004132864	0.003753972	1.100930958	0.27376805
Tasa de ocupación en el sector	-25.10904175	11.79774864	-2.128290958	0.03595686 **
Riesgo país calculado por JPM	0.78121958	0.411788664	1.897137169	0.0609127 *
Providencias en las cortes	-5.307077452	4.938089808	-1.074722749	0.28527932
Precipitación promedio trimestral (mm)	0.043670074	0.225000291	0.194088967	0.84652954

Media de la variable dependiente	306.6018519	D.T. de la variable dependiente	174.301165
Suma de cuad. Residuos	1826509.939	D.T. de la regresión	140.142398
R-cuadrado	0.438127621	R-cuadrado corregido	0.35354468
F(14, 21)	5.179858109	Valor p (de F)	4.1375E-07
Log-verosimilitud	-678.9778239	Criterio de Akaike	1387.95565
Criterio de Schwarz	1428.187616	Criterio de Hannan-Quinn	1404.26825
Rho	0.04532118	Durbin-Watson	1.84922835

Fuente: Software Gretl

Conclusión modelo 3

Como es evidente el valor de R^2 bajó de 72. 68% a 43,81%, lo que demuestra que al aumentar el número de datos de 6 variables de manera artificial la “bondad del ajuste” se vio afectada dentro del modelo, no obstante, mejoró la representatividad de las variables, 3 alcanzan significatividad al 1% es decir, la probabilidad de que uno de estos coeficientes no sea 0 es del 99%.

Los contrastes de Gretl indican que el modelo no es lineal, es heterocedástico y los residuos no se ajustan a una distribución normal, por tanto, no se puede validar este modelo.

Modelo 4

Al igual que en el modelo 2 se procede a eliminar las variables menos representativas hasta alcanzar una significación de al menos el 10% en todas las variables.

Tabla 30. Tabla de eliminación secuencial con $\alpha= 0,1$ para el Modelo 3

Eliminación secuencial utilizando alfa= 0.10 a dos colas	
Quitando Precipitación promedio mensual(mm)	(valor p 0.847)
Quitando Capital de créditos hipotecario vencido	(valor p 0.821)
Quitando Providencias en las cortes	(valor p 0.299)
Quitando Toneladas de cemento despachado	(valor p 0.251)
Quitando Tasa tributaria de utilidad	(valor p 0.370)
Quitando PIB edificaciones Santander	(valor p 0.106)
Quitando Tasa de ocupación en el sector	(valor p 0.109)

Fuente: Software Gretl

Por lo que se genera la hipótesis nula de que los coeficientes son 0 para estas variables como se muestra a continuación:

Tabla 31. Estadísticos obtenidos de la eliminación secuencial para el modelo 3

Contraste sobre el Modelo 1:
Hipótesis nula: los parámetros de regresión son cero para las variables: Precipitación promedio mensual(mm), Capital de créditos hipotecario vencido, Providencias en las cortes, Toneladas de cemento despachado, Tasa tributaria de utilidad, PIB edificaciones Santander, Tasa de ocupación en el sector
Estadístico de contraste: $F(7, 93) = 1.21236$, valor p 0.303869
Al omitir variables mejoraron 3 de 3 criterios de información.

Fuente: Software Gretl

Sin las variables indicadas se volvió a correr el modelo de donde se obtuvo:

Tabla 32. Resultado obtenido del software para el Modelo 4

Variable dependiente: Viviendas vendidas				
Variables independientes	Coefficiente	Desviación Típica	Estadístico t	valor p

Const	812.1612838	281.8197068	2.881847025	0.004839053	***
Tasa de interés hipotecaria	23.4294784	11.00522218	2.128941879	0.035715095	**
Inflación del productor IPP	25.3414632	11.96608732	2.117773549	0.03667375	**
Tasa de cambio	-0.409256766	0.080289326	-5.097274935	1.63349E-06	***
Ofertas de vivienda estrato 4	0.11925575	0.027183687	4.387033719	2.8499E-05	***
Población en capacidad de adquirir estrato 4	-0.02827043	0.00990199	-2.855024991	0.005232869	***
Concentración de mercado índice H-H	-0.140378032	0.077177078	-1.818908351	0.071918223	*
Riesgo país calculado por JPM	1.089981857	0.317746824	3.430346975	0.000877405	***

Media de la variable dependiente	306.6018519	D.T. de la variable dependiente	174.3011649
Suma de cuad. Residuos	1993184.148	D.T. de la regresión	141.1801738
R-cuadrado	0.386855174	R-cuadrado corregido	0.343935036
F(8, 27)	9.013372127	Valor p (de F)	1.39342E-08
Log-verosimilitud	-683.6934509	Criterio de Akaike	1383.386902
Criterio de Schwarz	1404.843952	Criterio de Hannan-Quinn	1392.086956
Rho	0.129998551	Durbin-Watson	1.683904131

Fuente: Software Gretl

Conclusión del Modelo 4

El R^2 de este modelo es el más bajo con 38.69%, sin embargo, 5 de las variables alcanzan significancia al 1%, además los contrastes que proporciona Gretl determinan que el modelo es lineal, tiene problemas de heterocedasticidad, no tiene autocorrelación, los residuos no se distribuyen normalmente y no posee multicolinealidad para ninguna variable, en la presente investigación no se realizará un tratamiento para la heterocedasticidad de este modelo debido a que los datos son artificiales, sin embargo, se puede concluir que al utilizar una mayor cantidad de datos se mejora la representatividad de las variables en el modelo.

7 Análisis de los resultados

De los modelos que se desarrollaron en el numeral anterior, se considera como el mejor el modelo 2, en vista de que cumple con las condiciones de los modelos generales de regresión, es decir, es lineal, no posee heterocedasticidad, sus variables no están autocorrelacionadas y su perturbación se distribuye normalmente, por tanto, el análisis de los resultados se enfocará a este modelo en particular y para los indicadores antes citados.

7.1 Variables que no se consideran significativas

Gretl a través de la opción de eliminación de variables no significativas en forma iterativa, estableció que:

Precipitación promedio anual(mm), no afecta a las ventas, una posible explicación podría ser que las lluvias entre el año 2009 y 2017 no han superado los 210 mm de lluvia, que se alcanzó en el cuarto trimestre de 2010; precipitaciones relativamente bajas si se considera que en la Región Pacífica estas alcanzan los 2700 mm trimestrales (Grupo de Modelamiento de tiempo, clima y escenarios de cambio climático, 2000) , lo que evidencia que la lluvia en A.M. Bucaramanga no es un factor que afecta la cantidad de viviendas vendidas por año.

Tasa tributaria de utilidad, este indicador fue tomado de los datos del Banco Mundial y representa el porcentaje de impuestos que se paga en el país, los valores obtenidos variaron muy poco durante el período analizado, con lo cual se puede presumir que el impacto de las tasas tributarias se asume de manera adecuada por los constructores, no obstante, es necesario aclarar que los datos fueron exportados de períodos anuales a trimestrales aspecto que muy probablemente afectó su representatividad, debido a que arrastra las características del comportamiento anual al trimestral.

Capital de crédito hipotecario vencido, estos datos representan la morosidad de las personas en el pago de sus deberes con los acreedores, para el presente modelo no se considera significativa, como hipótesis se podría plantear que las sumas adeudadas no son significativas para el sistema bancario a nivel nacional, lo anterior, porque las cuotas vencidas no superan los 1.635 millones de pesos, una cifra baja si se considera que en el primer trimestre de 2018 se emitieron créditos a nivel nacional por 1.4 billones de pesos (Portafolio, 2018).

Providencias en las cortes, los datos que representan esta variable fueron tomados de la página de la Corte Nacional de Justicia y tiene que ver con la cantidad de providencias iniciadas en contra de las constructoras, se debe considerar que los juicios toman muchos años para que las sentencias sean efectivas, por lo que muy probablemente este factor tenga repercusión en otro tiempo a las ventas, esto también podría ser analizado de manera particular como parte de otra investigación.

PIB de edificaciones de Santander, los datos obtenidos evidencian que el coeficiente de esta variable puede asumir el valor de cero (0) con una probabilidad del 56%, este indicador fue analizado por (CAMACOL, 2011), en ese estudio la entidad concluye que las variaciones entre el PIB de edificaciones y los demás indicadores de vivienda se deben a que, en los análisis se subestimaba la importancia del segmento no residencial en la generación de valor agregado del sector, que es con el cual el DANE calcula el PIB de edificaciones, esto se debe a que los destinos no residenciales responden por el 52% del valor total de la producción y típicamente un metro cuadrado de construcción no residencial es tres (3) veces más costoso que un metro cuadrado de construcción residencial.

Inflación del productor IPP, con los datos obtenidos se puede asumir que la poca relevancia de esta variable se debe a que el incremento de los precios al productor no tiene impacto directo a las viviendas vendidas, como hipótesis de una investigación más profunda en el particular se podría presumir que los incrementos en los precios del productor son asumidos por las empresas constructoras para no afectar las ventas de los inmuebles o que dentro de los cálculos con los que se realizan los flujos de caja proyectados el análisis de aumento de precios por inflación es adecuado.

Es necesario aclarar que en capítulos anteriores se manifestó que los indicadores de las variables asumidos para el presente trabajo investigativo se fundamentaron en la facilidad de la recolección de los datos que presentan páginas como el DANE o CAMACOL, sin embargo, si se obtienen datos más detallados se pueden realizar los análisis utilizando la metodología planteada con el fin de mejorar la relevancia de los datos.

7.2 Variables que se consideraron significativas en el modelo

Al retirar las variables descritas en el numeral anterior de esta investigación las restantes se consideran que tienen significancia al menos al 10% esto quiere decir que la probabilidad de que sus coeficientes no sean 0 superan el 90%, con este criterio las variables que más significancia tuvieron fueron:

Tasa de cambio, en este modelo su significancia alcanza el 1%, lo que quiere decir que la probabilidad de que el coeficiente no sea 0 es del 99%, el signo negativo representa que el número de viviendas vendidas tiende a subir cuando la TRM baja.

Las siguientes variables tienen una significancia al 5%, es decir, una probabilidad del 95% de que su coeficiente no sea 0.

Riesgo País, esta variable medida por la empresa JP Morgan tiene signo positivo lo que quiere decir que cuando aumenta esta variable también tiende a aumentar la venta de viviendas en los estratos 4, 5 y 6, una de las hipótesis para explicar este hecho podría ser que, al ofrecer mayor cantidad de beneficios como incrementos salariales, bonos e incentivos gubernamentales, factores que afectan el riesgo país, tiende a subir el número de viviendas vendidas.

Población en capacidad de adquirir estrato 4, el signo negativo de esta variable significa que cuando aumenta la cantidad de ciudadanos que se encuentran en capacidad de adquirir viviendas en estrato 4, 5 y 6, las ventas tienden a disminuir, lo que evidencia que al aumentar los recursos de la población de Bucaramanga no necesariamente lo gastan en la compra de vivienda.

Tasa de interés hipotecario, Otra de las variables donde el signo es interesante tiene que ver con la tasa de interés hipotecaria, el signo positivo evidencia que al subir la tasa de interés las ventas también aumentan, por lo que se puede presumir que el hecho de que las tasas disminuyan no significa que en Bucaramanga la gente compra más viviendas.

Oferta de viviendas, el análisis de esta variable fue el motivo del inicio de esta investigación, el hecho de que se encuentre dentro de las variables significativas habla de la importancia que tiene en este análisis, esto debido a que el aumento o disminución incide en el número de viviendas vendidas, lo cual está estrechamente relacionado con la rentabilidad esperada por las empresas constructoras. El signo evidencia que si existe un mayor número de viviendas que salen a la venta, la probabilidad de que se vendan más también aumenta.

Concentración de mercado, esta variable de tipo social se consideró debido a las reacciones que tienden a tener los competidores, como se evidenció en la motivación de esta investigación la concentración de mercado se tornaba en un problema para las ventas, aspecto que se ratifica luego del presente análisis, esta variable presenta una significancia al 95% y el signo negativo confirma que mientras la concentración de mercado aumenta la cantidad de viviendas vendidas disminuye.

Las variables que se presentan a continuación tienen una probabilidad del 90% de que su coeficiente no sea cero (0):

Toneladas de cemento despachado, esta variable de tipo técnico fue considerada por su importancia dentro de los materiales que se utilizan en la construcción, su signo significa que cuando ésta aumenta las ventas también aumentan, como consecuencia lógica si existen más unidades habitacionales disponibles la cantidad de materiales también tiende a aumentar, lamentablemente en el DANE no se realizan estudios de otros tipos de materiales que también son importantes para la construcción como el acero o material de mampostería, datos con los cuales se podría ampliar el presente análisis.

Tasa de ocupación en el sector, la última de las variables que poseen significancia dentro del presente modelo es la tasa de ocupación en el sector, su signo también llama la atención debido a que al aumentar este indicador disminuye la cantidad de viviendas vendidas, se debe considerar para interpretar este resultado que los estratos donde se está midiendo son los que menor cantidad de población concentra, sería interesante realizar una nueva investigación para comparar que ocurre con la venta de viviendas en los demás estratos cuando se dan estas condiciones, por ejemplo, si aumenta la tasa de ocupación de albañiles podría no aumentar las ventas de estrato 4, 5 y 6 pero aumentar las ventas en estratos 1, 2 y 3.

8 Presentación del modelo matemático obtenido

El modelo de regresión lineal para k variables, está regido por la siguiente ecuación

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i$$

En donde:

$Y_i =$	<i>Variable Dependiente</i>
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k =$	<i>Coefficientes</i>
$X_1, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{ki} =$	<i>Variables independientes</i>
$u_i =$	<i>Error o perturbación aleatoria</i>

Para esta investigación la variable dependiente se encuentra representada por el número de viviendas vendidas a la que se se denominaá N_{VV} .

Para facilitar su identificación dentro de la ecuación, se asignan las siguientes iniciales a las variables independientes:

Tabla 33. Tabla resumen de denominación de variables

Variables independientes	
Const	C
Tasa de interés hipotecaria	TIH
Tasa de cambio real	TRM
Ofertas de vivienda estrato 4	OV
Población en capacidad de adquirir estrato 4	PCA
Concentración de mercado índice H-H	CMH
Toneladas de cemento despachado	TCD
Tasa de ocupación en el sector	TO
Riesgo País calculado por JPM	RP

Fuente: Elaboración Propia

Con lo cual la ecuación queda como se expresa a continuación:

$$\begin{aligned}
 NVV = & 1573.51 + 51.5958 TIH - 0.3278 TRM + 0.077 OV - 0.009582 PCA - 0.0597 CMH \\
 & + 0.0067 TCD - 22.3949 TO + 0.9494 RP
 \end{aligned}$$

9 Conclusiones

1. Las variables exógenas que afectan a un proyecto de inversión de infraestructura no han sido analizadas con un enfoque que permita su identificación, clasificación y evaluación, es por ello que esta investigación formuló una metodología que a través de una matriz de frecuencia permitió identificarlas, enumerarlas y tratarlas posteriormente con procesos estadísticos.
2. Los datos que fueron proporcionados por las diferentes instituciones son limitados, en algunos casos se empiezan a recopilar a partir del año 2009 y en otros la periodicidad es baja con valores anuales o trimestrales, como se demostró en esta investigación pese a que se utilizaron procedimientos estadísticos para derivar valores de alta frecuencia a partir de los de baja frecuencia, los resultados no permitieron mejorar el coeficiente de determinación en el modelo.
3. Pese a la importancia que tiene la construcción dentro de la producción del país, las principales entidades no recopilan información sobre otros tipos de materiales que también son importantes para el sector.
4. Las variables precipitación promedio anual, Tasa tributaria de utilidad, Capital de créditos hipotecario vencido, Providencias en las cortes, PIB edificaciones Santander y la Inflación del productor IPP, no se consideraron como significativas para el modelo analizado, el PIB es uno de los factores más nombrados por los diferentes autores, no obstante para la construcción de vivienda, se demostró que el PIB de edificaciones no es significativo dentro del modelo, debido a que los análisis realizados conllevaron a su eliminación.
5. Dentro del modelo elegido se evidencia que la tasa representativa del mercado es una de las variables más significativas y el signo dentro de la ecuación matemática confirma que mientras ésta disminuye la variable dependiente tienden a subir, con lo expuesto se puede concluir que sin devaluación del peso colombiano frente al dólar estadounidense las ventas de vivienda aumentan.
6. Las variables denominadas tasa de interés hipotecaria y población en capacidad de adquirir viviendas en estratos 4, 5 y 6, presentan resultados muy interesantes, la primera evidencia que pese a que la tasa hipotecaria aumenta no existe una disminución en las ventas de vivienda y la segunda demuestra que pese a que existe un aumento en la capacidad adquisitiva de las personas éstas no necesariamente tienden a comprar más viviendas en estos estratos.
7. La oferta de vivienda y la concentración del mercado son indudablemente los factores más importantes dentro de esta investigación como consta en los antecedentes, los datos obtenidos demuestran que estas variables son significativas para los proyectos de infraestructura, debido a que sus coeficientes tienen una representatividad del 95% en el modelo desarrollado, esto demuestra que luego del tratamiento de las variables, la hipótesis formulada para esta tesis fue correcta, con los signos obtenidos de los coeficientes se puede explicar que al aumentar el número de viviendas ofertadas también aumenta la venta, no obstante, el problema se enmarca en realidad a que existe una concentración del mercado, el modelo muestra que cuando esta concentración aumenta inevitablemente las

ventas de viviendas en estrato 4, 5 y 6 disminuyen, por tanto, sí existe un riesgo de inversión debido a la alta concentración del mercado para estos estratos.

11 Recomendaciones

1. Esta investigación desarrolló una metodología que permite a través del análisis PESTEL y matrices de frecuencia, identificar y seleccionar las variables en las que los puntos de vista de al menos dos (2) autores coinciden, con esto es posible realizar una conciliación de los diferentes criterios, su importancia radica en que se elimina la discrecionalidad al momento de seleccionarlos, por lo expuesto se recomienda este procedimiento para eliminar la discrecionalidad cuando se requiere seleccionar variables entre diferentes criterios sobre un mismo tema.

2. La información que se encuentra disponible en las diferentes bases de datos de las entidades no permiten realizar un análisis más profundo sobre el tema, debido a que no están enfocados al desarrollo de modelos que permitan establecer el comportamiento de las variables que afectan a los proyectos de inversión en infraestructura, es recomendable entonces que las entidades especializadas en este tipo de proyectos generen datos que conlleven a profundizar el estudio en esta área, debido a que una mejora en la calidad y cantidad de los datos con los cuales se desarrollan los modelos evidentemente mejorarán de manera significativa los resultados obtenidos, la variables que no cuentan con información cuya periodicidad sea al menos mensual son: PIB edificaciones Santander, tasa tributaria de utilidad, población en capacidad de adquirir estrato 4, capital de créditos hipotecario vencido y providencias en las cortes.

3. A través del análisis de regresión múltiple, a efectos de demostrar si la concentración de oferta de viviendas en los distintos estratos afecta a la rentabilidad, se estableció la importancia de cada una de las variables que afectan los proyectos inversión en infraestructura, no obstante, quedan inquietudes pendientes las cuales pueden tratarse dentro de nuevas investigaciones de maestría, ¿Cuáles serían los resultados si se aplica este análisis a nivel país?, ¿Es posible aplicar la misma metodología para determinar el riesgo generado por la variabilidad de la producción de los materiales de construcción para los proyectos?.

4. No se encontró evidencia a lo largo de la presente investigación de que con anterioridad se hayan tratado los datos de las diferentes variables a través de regresiones lineales multivariadas, es un campo extenso que vale la pena desarrollar sobre todo dentro de la gerencia de construcción, esto con este método es posible establecer un marco de referencia para la toma de decisiones en el sector inmobiliario.

12 Bibliografía

- Arango Arango, M. A., Arroyave Cataño, E. T., & Hernández, J. D. (2013). Valoración de proyectos de energía térmica bajo condiciones de incertidumbre a través de opciones reales. *Revista Ingenierías*, 84-100.
- Bazzani C., C. L., & Cruz Trejos, E. A. (2008). Análisis de riesgo en proyectos de inversión un caso de estudio. *Scientia et Technica*, 309-314.
- Bazzani Correa, C. L. (2007). *Modelo Metodológico para evaluar riesgos en proyectos de inversión*. Pereira.
- BBVA. (5 de Julio de 2017). *BBVA.com*. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/mido-capacidad-endeudamiento/>
- Bonilla Botia, G., & Ortega Burgos, K. (2016). Situación del crédito en Colombia. *Estudios económicos CAMACOL*, 1-18.
- Bonilla Botia, G., & Ortega Burgos, K. (2017). Panorama Macroeconómico 2016-2017. *Estudios económicos CAMACOL*, 1-18.
- BRC STANDARD & POOR'S. (11 de agosto de 2009). *Metodología de calificación de proyectos de infraestructura*. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de [brc.com.co: http://brc.com.co/archivos/3_Tipos_Metodologias_calificacion/3_3_Metodologias_calificaciones/3_3_3_sector_corporativo/3_3_3_2_proyectos_infraest/Metodologia%20Proyectos%20de%20Infraestructura%20aprobada%2009-08-11_.pdf](http://brc.com.co/archivos/3_Tipos_Metodologias_calificacion/3_3_Metodologias_calificaciones/3_3_3_sector_corporativo/3_3_3_2_proyectos_infraest/Metodologia%20Proyectos%20de%20Infraestructura%20aprobada%2009-08-11_.pdf)
- Calle Fernández, A. M., & Tamayo Bustamante, V. M. (2009). Decisiones de inversión a través de opciones reales. *Estudios Gerenciales*, 108-126.
- CAMACOL. (2011). Entendiendo el PIB de edificaciones. *Informe Económico*, 1-7.
- CAMACOL. (2016). Diagnóstico de la oferta de vivienda. *Estudios Económicos*, 1-16.
- CAMACOL. (2017). *Colombia Construcción en Cifras*. Bogotá.
- CAMACOL. (2018). *Colombia Construcción en Cifras*. Bogotá.
- Castro Martínez, G. F. (2011). *Diseño y elaboración de un modelo matemático para evaluar riesgos de inversión aplicado al sector de la administración aeroportuaria*. Quito.
- Comisión desafíos recientes de ingeniería Chile. (2012). *Factores condicionantes del éxito en proyectos de inversión, experiencias y lecciones Chile*. Santiago de Chile: Instituto de ingenieros Chile.
- DANE. (2017). *Página Oficial del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas*. Recuperado el 24 de Agosto de 2017, de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>

- DANE. (2017). *Producto Interno Bruto - PIB departamental*. Bogotá: DANE.
- Dirección Nacional de Planeación. (2014). *VARIABLES EN PROYECTOS DNP*. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <https://proyectostipo.dnp.gov.co>:
<https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/GuiasUNOPS/Anexos1/4.-Matriz-Estructuracin---Lectura-Horizontal---Ficha-por-Variable.pdf>
- Esteban, V., Moral, P., Orbe, S., Regúlez, M., & Zarraga Ainhoa, Z. M. (2008). *Análisis de Regresión con Gretl*. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- Gómez Romero, H. D. (2014). *Análisis de los efectos de incertidumbre en tiempo y costos en proyectos de construcción de carreteras*. Cali: Universidad del Valle.
- Grupo de Modelamiento de tiempo, clima y escenarios de cambio climático. (2000). *Climatología Trimestral de Colombia*. Bogotá: IDEAM.
- Gujarati, D. (2010). *Econometría*. México: Mc Graw Hill.
- Hidalgo Ramírez, P. D. (2013). *Modelo de gestión y administración de proyectos operacionales*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Jiménez Lillo, D. L. (2011). *Análisis y pronóstico de demanda para telefonía móvil*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Jiménez, H. G. (1997). *Riesgo Político*. México: UNAM.
- Leyva Caro, E., García Fabelo, D., Antelo Collado, A., & Janeysi, D. S. (2008). *Análisis de riesgos en proyectos de inversión utilizando el método de la simulación*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Manotas Duque, D. F. (2013). Evaluación de proyectos de generación eléctrica bajo incertidumbre en política climática. *Entramado*, 102-117.
- Miranda Miranda, J. J. (2005). *Gestión de Proyectos*. Bogotá: MM Editores.
- Motagut Meneses, J. L., & Patiño Quiroga, C. M. (2015). *El impacto de los proyectos de infraestructura vial en los aspectos socioeconómicos y los cambios en los valores del terreno en una zona en del departamento del Cesar*. Bogotá: Universidad Santo Tomas.
- Músquiz Beguiristain, M. (2014). *Análisis externo del sector de la edificación*. Pamplona.
- Narváez Rosero, M. d. (2010). *Gestión de riesgos en la fase de diseño para proyectos de construcción utilizando la Guía PMBOK*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Ok Dinero. (13 de mayo de 2017). *OkDiario.com*. Obtenido de Ok Dinero:
<https://okdiario.com/economia/inversion/2017/05/13/variables-exogenas-afectan-inversion-986079>
- Ortega Burgos, K., & Gabriela, B. B. (2016). Diagnóstico de la oferta de vivienda. *Estudios económicos CAMACOL*, 1-16.

- Ortega Burgos, K., & Viviana, S. G. (2016). Balance y perspectivas del sector edificador 2016-2017. *Estudios económicos CAMACOL*, 1-15.
- Ospino Ibarra, M. L., & Sabogal Valdez, J. E. (2012). *Análisis de riesgo cualitativo de un proyecto de construcción*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Pardo Camero, J. A. (2004). *Estudio de prefactibilidad de un proyecto para la prestación de servicios de acabados para vivienda de intrés social en Bogotá*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Pimentel, E. (2008). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*.
- Portafolio. (16 de Mayo de 2018). Los desembolsos para créditos de vivienda se incrementaron 17,9%. *Portafolio*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/los-desembolsos-para-creditos-de-vivienda-se-incrementaron-17-9-517176>
- Pozzi, S. (25 de 02 de 2004). El Tiempo. *La fuerte demanda de China eleva el precio del acero un 30% en dos meses*. Obtenido de https://elpais.com/diario/2004/02/25/economia/1077663603_850215.html
- Restrepo Beltrán, A. M. (2015). *Análisis cualitativo de factores de riesgo financiero en proyectos de construcción de tipo institucional bajo la metodología del PMI, caso Universidad Nacional sede Caribe*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Rodríguez Fernández, M. (2007). La problemática del riesgo en los proyectos de infraestructura y en los contratos internacionales de construcción. *e-Mercatoria*, 1-29.
- Rueda Gallardo, C. F., & Ortega Burgos, K. (2017). Evolución del impacto comercial de los proyectos de edificaciones. *Estudios económicos CAMACOL*, 1-16.
- Salazar Pinto, P. Y. (2017). *Análisis de la viabilidad financiera, ambiental y social para la utilización de bloques de tierra cruda BTC, en la construcción de una vivienda en Colombia*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Sánchez Z., E. (2009). Análisis de riesgos en proyectos de inversión. *Pensamiento Crítico*, 11, 129-138.
- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de Inversión formulación y evaluación*. Santiago de Chile: Pearson.
- Sarmiento G., V., & Ortega Burgos, K. (2017). Carencias habitacionales en zonas urbanas. *Estudios económicos CAMACOL*, 1-16.
- Sarmiento Sabogal, J. A. (2001). *Evaluación de proyectos*. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <http://www.javeriana.edu.co>: <http://www.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/EvalProy.PDF>
- Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo. (2012). *Guía para la incorporación de la variable riesgo en la gestión integral de nuevos proyectos de infraestructura*. Quito.
- Superintendencia de Bancos de Guatemala. (2017). *Riesgo Legal*. Ciudad de Guatemala.

- tesiseinvestigaciones.com*. (24 de 4 de 2015). Obtenido de <http://www.tesiseinvestigaciones.com/tipo-de-investigacioacuten-a-realizarse.html>
- Universidad Alas Peruanas. (2012). <http://www.uap.edu.pe>. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <http://www.uap.edu.pe/intranet/fac/material/07/20122BX070307511070110011/20122BX07030751107011001137201.pdf>
- Uriel Jiménez, E. (2013). *Introducción a la Econometría*. Valencia: Universidad de Valencia. Obtenido de <https://www.uv.es/uriel/libroes.htm>
- Vásquez Raigosa, A., & Vallejo Londoño, M. A. (2011). *Variables externas que afectan el riesgo de las inversiones de mercadeo en Medellín*. Envigado: Escuela de ingeniería de Antioquía.
- Villareal N., J. E., & Diego S., R. M. (2007). Algunas Herramientas para la toma de desciones de inversión en proyectos de alto riesgo. *Tendencias*, 22-47.