



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Evaluación de proyectos inmobiliarios de vivienda nueva  
para establecer valor promedio de venta en función de  
variables macroeconómicas y sectoriales en Colombia**

Isabel Cristina Hernández Gallego

Sebastián Otálvaro Rojas

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Especialización en Finanzas  
Medellín, Colombia  
Mayo - 2021





**Evaluación de proyectos inmobiliarios de vivienda nueva para establecer valor promedio de venta en función de variables macroeconómicas y sectoriales en Colombia**

Isabel Cristina Hernández Gallego  
Sebastián Otálvaro Rojas

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
Especialista en Finanzas

Asesor:  
Jorge Enrique Lotero  
Magister Ingeniería administrativa

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Especialización en Finanzas  
Medellín, Colombia  
2021

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	7
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	9
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	11
<b>5. ANÁLISIS SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN</b> .....	12
5.1 Importancia del sector de la construcción.....	12
5.2 Comportamiento de sector en la actualidad.....	13
5.3 Análisis macroeconómico sector .....	18
5.3.1 <i>Producto Interno Bruto (PIB) y participación del sector de la construcción</i> .....	18
5.3.2 <i>Índice de precios al consumidor (IPC)</i> .....	22
5.4 Análisis macroeconómico subsector – ppales variables del sector edificador.....	24
5.4.1 <i>ICCV (El Índice de Costos de Construcción de Vivienda)</i> .....	24
5.4.2 <i>ICC (Índice de confianza del consumidor)</i> .....	26
5.4.3 <i>IPVN (Índice de precios de la vivienda nueva)</i> .....	27
<b>6. EFECTOS Y RELACIONES ENTRE VARIABLES MACROECONÓMICAS</b> .....	29
<b>7. DEFINICIÓN DE MODELO MATEMÁTICO</b> .....	36
7.1 Metodología aplicada .....	36
7.2 Modelo de proyección del precio promedio de venta del metro cuadrado de vivienda (PVV)..	40
7.3 Aplicación del modelo .....	42
<b>8. RIESGO MODELO</b> .....	45
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	48
<b>REFERENCIAS</b> .....	50
<b>ANEXOS</b> .....	53

## Resumen

En Colombia, actualmente los precios de venta de los proyectos de vivienda nueva son determinados a partir de estudios de mercado en el sector en donde se piensa desarrollar el proyecto inmobiliario. Por lo general se identifican los proyectos de la competencia (vecinos de la zona o sector), y se promedia el precio del metro cuadrado de venta de éstos; de manera que dicho valor se convierte en el referente o la base para definir el precio del proyecto en cuestión.

Dada la subjetividad en la definición de precios de venta de vivienda nueva en Colombia, este mercado requiere de métodos cuantitativos relacionados con las variables macroeconómicas y sectoriales, de manera y que garantice precios ajustados al entorno económico, además de los rendimientos de las empresas constructoras y sus inversionistas.

El presente trabajo relaciona las variables macroeconómicas más representativas en un modelo matemático que permite calcular el precio de venta de la vivienda nueva, a partir de un precio base estipulado en la prefactibilidad por la empresa constructora, buscando corregir dicho valor con base en las variables macroeconómicas.

*Palabras clave:* precio de vivienda en Colombia, precio de vivienda nueva, variables macroeconómicas, vivienda nueva No VIS, sector construcción Colombia.

## 1. Introducción

Durante los últimos años el precio de la vivienda en Colombia ha registrado una continua valorización, llegando incluso a máximos históricos, por lo que en el ámbito ha surgido un debate sobre la posibilidad de que exista un fenómeno de sobrevaloración en el precio de la vivienda, que pueda desatar una corrección natural inherente a un amplio ciclo económico, o incluso una fuerte desaceleración en el sector de la construcción. (Camacol, 2008).

Este alto crecimiento de los precios de la vivienda sugiere un desalineamiento respecto de sus fundamentales, asociado especialmente a dos aspectos: los altos del precio del suelo y a la especulación de los precios; por lo que se sugiere la necesidad de diseñar medidas para controlar precios de la vivienda para evitar un auge que afecte en la política microfinanciera. (Salazar N, Steiner. R., Becerra. A., Ramírez. J., 2013).

En este sentido, existe un reto en el diseño cuidadoso que requiere la política de vivienda para controlar el incremento desmesurado del precio del suelo, pero también en la definición del precio promedio del metro cuadrado de vivienda de manera cuantitativa, relacionando así las variables macroeconómicas, de manera y que garantice precios ajustados al entorno económico, además de los rendimientos de las empresas constructoras y sus inversionistas.

Actualmente los precios de venta de los proyectos de vivienda nueva son determinados a partir de estudios de mercado del sector o zona en donde se piensa desarrollar el proyecto inmobiliario. Se identifican los proyectos vecinos de la zona y se promedia el precio del metro cuadrado de venta de éstos; de manera que dicho valor se convierte en el referente o la base para definir el precio del proyecto en cuestión y analizar si la utilidad final del proyecto es significativa para desarrollarlo. Es decir que el precio promedio se

establece de manera subjetiva, con base en los precios de la competencia de manera que el proyecto sea competitivo.

El DANE y Camacol elaboran reportes periódicos con el fin de brindar mejores bases para la comercialización de los inmuebles en términos más justos y acordes con la realidad del mercado; adicionalmente, entidades como la Lonja de Propiedad Raíz hace lo mismo para ponderar dicho valor, sin embargo, por lo general las empresas constructoras no tienen en cuenta factores macroeconómicos y sectoriales que afectan la oferta y la demanda del mercado.

## 2. Planteamiento del problema

Normalmente cada empresa constructora cuenta con su propio método para definición del valor promedio de precio de venta, sin embargo, lo más común está en: comparar los precios de venta del metro cuadrado con proyectos vecinos del sector. En primera instancia, se definen distancias para los predios a analizar. Se buscan proyectos vecinos que tengan características similares tipo-operación más las características observables de: área, cantidad de habitaciones, baños y parqueaderos.

Si bien es claro que factores como la ubicación, estrato, el uso residencial o comercial, y los avalúos catastrales son puntos de partida valiosos para definir el precio promedio de venta de un proyecto inmobiliario, es difícil cuantificar con alguna certeza la precisión de los precios promedio que mejor se ajustan al mercado, cuando no existe un punto de referencia claramente establecido. Esta metodología, además de entrar en sesgo de selección dentro de un rango muy acotado, también tiende al sub-ajuste de predicción por la escasa cantidad de vecinos analizados alrededor. En efecto, es difícil dar un manejo adecuado al proyecto cuando las variables macroeconómicas y sectoriales fluctúan, golpeando fuertemente los proyectos inmobiliarios, lo que obliga a tomar decisiones de subir precios de ventas para contrarrestar el efecto de dichas variables de manera casi que tanteada.

Dada la subjetividad del mercado en la definición de precios de venta de vivienda nueva, se hace necesaria la construcción de un modelo predictivo más preciso, que permita acercarse más al precio ideal de mercado, y que, en efecto, ayude a minimizar a las empresas constructoras los riesgos por omisión en sus cálculos de las variables macroeconómicas y sectoriales, y que garantice los rendimientos de las empresas y sus inversionistas. Incluso, que le dé más certeza al cliente, de manera que este pueda tener mejor información a la hora de decidir qué hacer en la transacción. Esto crea dos escenarios:

- Para la empresa constructora: Determinar precios de venta más precisos y certeros, buscando ajustarse al mercado y que permita a la empresa para posicionarse aún más en este. Buscando eliminar la incertidumbre que se atraviesa a largo plazo durante el desarrollo del proyecto.
- Para el comprador: Podrá tener una referencia más exacta del valor de mercado. Dándole una cota referencial que pueda usar para saber si es conveniente, o no, entrar en negociación.

### 3. Justificación

Dada la subjetividad en la definición de precios de venta de vivienda nueva, este mercado requiere de dichos métodos para la definición del precio de venta de los proyectos, que minimice los riesgos por la omisión de las variables macroeconómicas y sectoriales, y que garantice los rendimientos de las empresas y sus inversionistas.

VARIABLES macroeconómicas como: PIB (Producto interior bruto), IPC (índice de precios del consumidor), Tasa de desempleo, TRM, Interés de crédito hipotecario, ICCV (Índice de costos de la construcción de vivienda), IPVN (Índice de precios de la vivienda nueva); y variables sectoriales como: ubicación, estrato, diversidad de competidores, tienen efectos significativos sobre el sector de la construcción y, en consecuencia, sobre el precio de venta de los proyectos inmobiliarios.

El presente trabajo busca relacionar las variables macroeconómicas más representativas en un modelo que permita calcular el precio de venta de la vivienda nueva, a partir de un precio base estipulado por la empresa constructora, buscando corregir dicho valor con base en las variables macroeconómicas, de manera que sea más preciso y cercano al precio ideal de mercado.

Dado este el tema de definición del precio promedio de venta de vivienda desde un punto de vista cuantitativo y no subjetivo es incipiente en Colombia, este trabajo este trabajo sirve como parte del inicio para la exploración, profundización y definición de herramientas alternativas al análisis de precios de la competencia, que tradicionalmente se usa de manera subjetiva.

El modelo no cubriría la vivienda nueva VIS (Vivienda de interés social) y VIP (vivienda de interés prioritario), puesto que el gobierno define los precios máximos de este tipo de

proyectos, y las empresas constructoras se rigen por este tope para establecer el precio promedio del metro cuadrado de vivienda. Según lo expone el DANE los siguientes son los decretos que establecen los precios de proyectos VIS y VIP:

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, mediante la aprobación del Decreto número 1467 de 2019, oficializó en su artículo 2.1.9.1 el precio excepcional de la Vivienda de Interés Social (VIS) en donde se indica que el precio máximo para este tipo de vivienda será de ciento cincuenta (150 smmlv) para aquellas viviendas que se ubiquen en los Distritos y Municipios pertenecientes a las aglomeraciones urbanas definidas por el documento CONPES 3819 de 2014 cuya población supere el millón (1.000.000) de habitantes. Por otra parte, la Ley 1955 de 2019 en su artículo 85 define que el valor máximo de la Vivienda de Interés Prioritario será de noventa salarios mínimos mensuales legales vigentes (90 smmlv). (DANE, 18 de noviembre de 2020)

Finalmente, es importante resaltar que los desarrollos locales previos de carácter científico o tecnológico relacionados con la definición del precio de venta promedio de un proyecto inmobiliario a partir de variables macroeconómicas y sectoriales son escasos, lo cual exige mayor rigor en el proceso de consecución de información base de la cual se pueda partir para comenzar a definir un modelo matemático que permita definir estos precios.

## 4. Objetivos

### Objetivo General:

- Relacionar las variables macroeconómicas y sectoriales más representativas a través de un modelo matemático para la definición y evaluación de precios de venta en proyectos inmobiliarios de vivienda nueva.

### Objetivos específicos:

- Realizar un Análisis Sectorial o Análisis de sector de la construcción, específicamente para proyectos de vivienda nueva, que permita identificar las características y comportamiento de éste.
- Analizar efectos y relaciones entre variables macroeconómicas (*PIB, IPC, TRM, Tasa de desempleo, Interés del crédito hipotecario, ICCV, ICC, IPVN*) sobre el precio de venta de los proyectos inmobiliarios.
- Definir modelo matemático que permita calcular el precio promedio de venta de proyectos de vivienda nueva (No VIS) en función de las variables macroeconómicas y sectoriales.
- Evaluar a través de indicadores financieros la viabilidad final del proyecto a partir del modelo matemático definido en función de los indicadores macroeconómicos y sectoriales

## 5. Análisis sector de la construcción

La teoría económica desarrollada por Colin Clark y Jean Fourastié establece la Hipótesis de los tres sectores de la economía<sup>1</sup>, que divide las economías en tres sectores de actividad: Primario: de extracción de materias primas o agropecuario, Secundario: de manufactura o industrial, y Terciario: de servicios. Sin embargo, también existe una clasificación de la actividad económica basada en especialidades que facilita una mejor comprensión del mercado, la cual introduce los sectores: Agropecuario, de servicios, industrial, de transporte, de comercio, financiero, minero y energético, de la construcción, solidario y de las comunicaciones. (Fourastié, 1954)

El sector económico objeto de análisis de este estudio corresponde al “Sector de la Construcción”, el cual se divide en los siguientes tres subsectores.

- Edificaciones: Incluye construcción de edificaciones residenciales y no residenciales
- Obras civiles: Incluye construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil.
- Actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil: Incluye alquiler de maquinaria y equipo de construcción con operadores). Según el DANE, a partir del primer trimestre del año 2018 se realiza cambio del año base a 2015 para el cálculo del PIB y se incorpora actividades especializadas. (DANE, 14 de agosto de 2020)

### 5.1 Importancia del sector de la construcción

La macroeconomía ha evidenciado la alta correlación que existe entre el comportamiento de la actividad económica de los países y la dinámica del sector de la construcción, y en Colombia esta premisa se confirma con el incremento que se viene dando en los últimos

---

<sup>1</sup> Acorde con la teoría de desarrollo económico Hipótesis de los tres sectores, propuesta por Colin Clark (1940) y retomada por Jean Fourastié (1949).

años en la participación del sector constructor en el PIB nacional. Es por esto que el gobierno y sus diferentes niveles (municipal, departamental y nacional) crean estímulos dirigidos al sector edificador para estabilizar las principales variables macroeconómicas, ya que los proyectos de infraestructura logra movilizar una gran mano de obra y recursos humanos, generando un alto grado de encadenamientos productivos, o eslabonamientos, asociados con la demanda de diversos insumos, herramientas, maquinaria y equipos que son suministrados por otras ramas e industrias como la cementera, siderúrgica, del vidrio, cerámicas, maderera, hidráulica, eléctrica, de telecomunicaciones y metalúrgica, entre otras; y por tal razón genera una dinámica que desencadena la intensificación de la demanda de bienes que producen tales industrias. (SENA & CAMACOL, s.f.)

Adicionalmente, el sector construcción otorga una alta contribución en la generación de empleo al ocupar todo tipo de personal, con distintos niveles de formación académica, que abarca de desde mano de obra no calificada, hasta técnicos, profesionales y especialistas en distintas áreas del conocimiento.

En efecto, todas las obras del sector de la construcción, especialmente las de infraestructura pública (hospitales, escuelas, vías, puentes, túneles, aeropuertos, represas, etc.), son un fuerte impulsor de la economía nacional, que propulsa el desarrollo y aumenta la competitividad logística en las diferentes escalas: local, regional y nacional.

## **5.2 Comportamiento de sector en la actualidad**

El año 2020 inició con perspectivas favorables para Colombia, en el que se esperaba que continuara consolidándose la tendencia de recuperación evidenciada en los años 2018 y 2019. Sin embargo, el panorama macroeconómico cambió radicalmente las primeras semanas del mes de marzo de 2021 por cuenta del impacto generado por la propagación del SARS-Cov2, o COVID-19. Bajo este panorama, el desempeño de la construcción se deterioró al igual que el resto de la economía colombiana.

**Tabla 1**  
*Crecimiento Económico en Colombia – 2019 a 2020*

	2019				2020			
	Trim I	Trim II	Trim III	Año	Trim I	Trim II	Trim III	Ene-Sept
<b>Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca</b>	1,1	-0,4	2,3	1,9	7,0	-0,1	1,5	2,8
<b>Explotación de minas y canteras</b>	5,0	1,2	0,6	2,0	-2,7	-21,6	-19,1	-14,5
<b>Industrias manufactureras</b>	2,8	0,4	1,6	1,6	-0,6	-25,4	-7,2	-11,1
<b>Electricidad, gas, agua, saneamiento ambiental</b>	3,0	2,6	2,8	2,8	3,4	-8,6	-4,2	-3,2
<b>Construcción</b>	-5,5	0,8	-3,8	-2,0	-9,1	-33,2	-26,2	-23,4
Edificaciones	-10,1	-5,4	-12,3	-8,6	-16,6	-39,3	-27,2	-27,6
Obras civiles	8,8	14,1	13,0	10,7	10,0	-22,1	-24,7	-16,2
<b>Comercio, reparaciones, transporte, almacenamiento, alojamiento, servicios de comida</b>	3,5	4,6	6,2	4,8	1,7	-34,1	-20,1	-17,8
<b>Información y comunicaciones</b>	3,4	3,5	-0,2	1,7	1,4	-5,2	-3,2	-2,4
<b>Actividades financieras y de seguros</b>	6,3	4,4	7,9	5,7	2,1	1,0	1,5	1,6
<b>Actividades inmobiliarias</b>	3,0	2,8	3,1	3,0	2,6	2,0	1,8	2,1
<b>Actividades Prof., científicas y técnicas, servicios administrativos y de apoyo</b>	3,3	3,5	4,1	3,7	3,0	-10,6	-6,1	-4,8
<b>Administración pública y defensa; seguridad social, educación, salud humana y de servicios sociales</b>	4,3	5,4	5,1	4,9	3,1	-3,7	-0,7	-0,6
<b>Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación, hogares</b>	4,2	3,3	3,9	3,4	-3,2	-37,1	-29,7	-23,4
<b>Valor agregado bruto</b>	<b>2,9</b>	<b>3,0</b>	<b>3,3</b>	<b>3,1</b>	<b>1,2</b>	<b>-15,8</b>	<b>-9,0</b>	<b>-8,1</b>
<b>Impuestos menos subvenciones sobre los productos</b>	3,4	4,1	5,4	4,6	1,3	-15,9	-8,5	-7,8
<b>Producto interno bruto</b>	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	<b>3,5</b>	<b>3,3</b>	<b>1,2</b>	<b>-15,8</b>	<b>-9,0</b>	<b>-8,1</b>

Fuente. (DANE, s.f.)

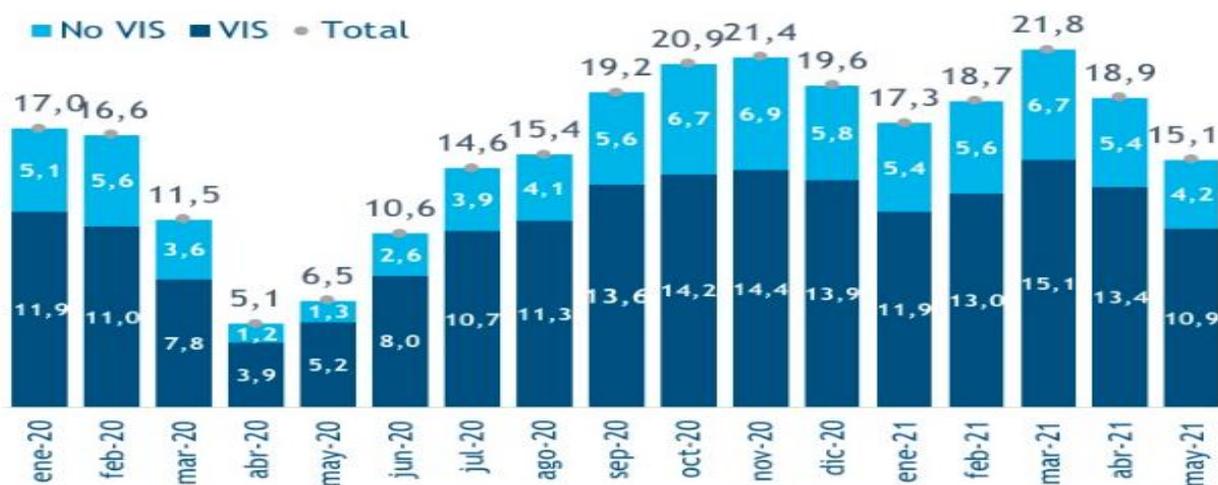
Como se observa en la Tabla 1, prácticamente en los tres últimos trimestres 2020 casi todas las actividades económicas se contrajeron. Se observa una sustancial reducción en construcción (-23,4%); comercio, actividades artísticas y de entretenimiento (-23,4%), y almacenamiento, hotelería y restaurantes (-17,8%). A diferencia de las anteriores, algunas actividades sostuvieron su operación con un crecimiento positivo pues su demanda no estuvo tan afectada, como lo es la agricultura (2,8%), actividades financieras y de seguros (1,6%) y actividades inmobiliarias (2,1%).

### Efectos del COVID-19:

La recuperación frente a los efectos de la pandemia será desigual por sectores: los renglones inmobiliarios y de servicios públicos lograrán llegar a los niveles de actividad anteriores a la pandemia, mientras que el comercio, la construcción y las actividades artísticas, por ejemplo, seguirán con un desempeño inferior al registrado en el mundo sin COVID-19. (Davivienda, s.f.).

**Figura 1**

*Ventas de vivienda nueva (Miles de Unidades)*

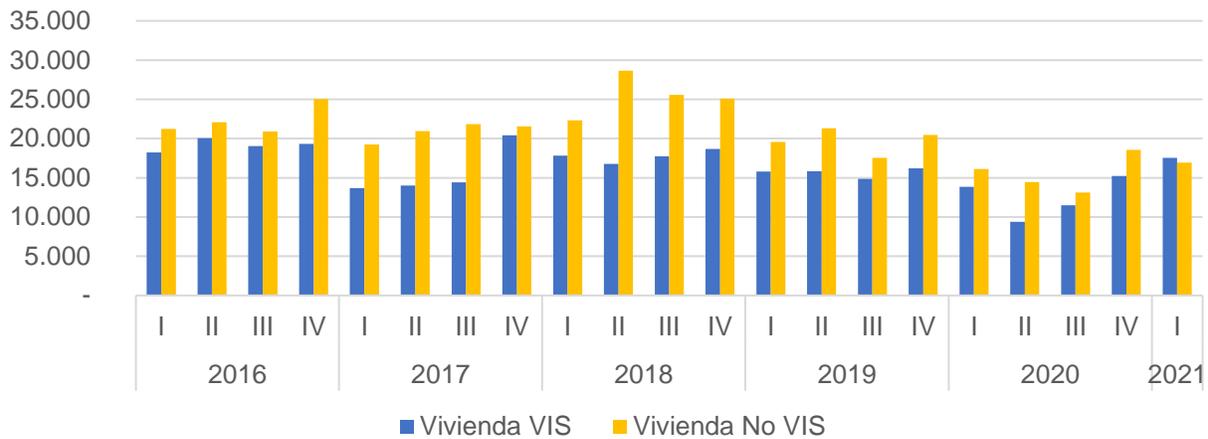


Fuente. (Ministerio de Vivienda de Colombia, 04 de junio de 2021)

A pesar de que la pandemia ha golpeado fuertemente al sector de la construcción, el gobierno ha tomado algunas medidas buscando afrontar la crisis e impulsar la construcción, como los beneficios a los créditos en cuotas bancarias para la compra de vivienda, que ayudarán crear un mayor dinamismo para la reactivación del sector. En el mes de septiembre del 2020, se inició el programa de nuevos subsidios para vivienda VIS y no VIS, 100 mil cupos para cada tipo (Ministerio de Vivienda de Colombia, s.f.), buscando, entre otros objetivos, reactivar la actividad edificadora residencial, lo cual podría convertirse en un importante catalizador para el sector en el mediano plazo.

**Figura 2**

*Unidades de vivienda en proceso y activas por tipo: VIS y No VIS*

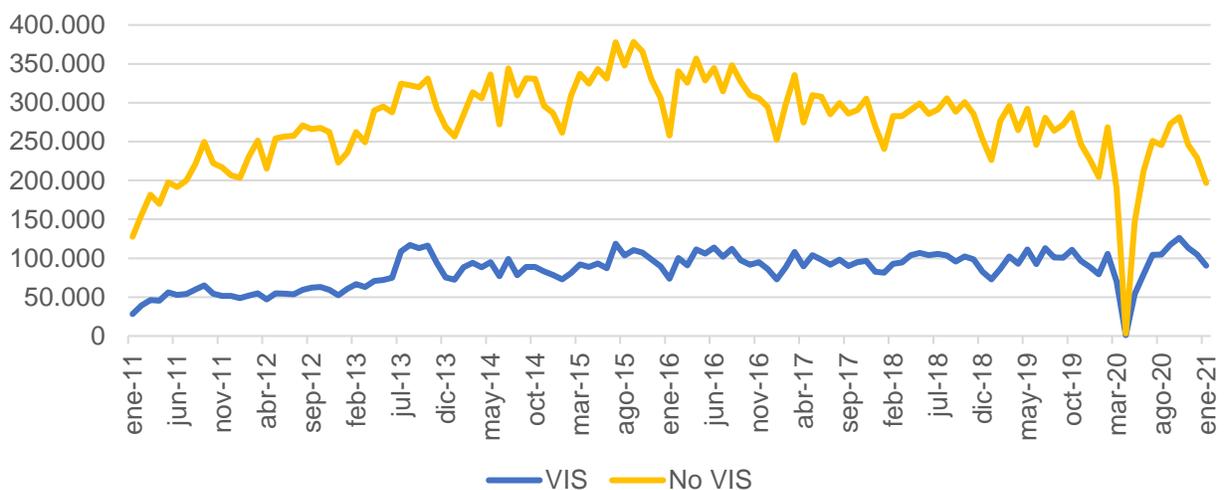


Fuente. (DANE, s.f.)

El registro unidades de vivienda en proceso de construcción y activas ha presentado una recuperación importante, a niveles de pre-pandemia. Según el Ministerio de Vivienda, septiembre de 2020 fue el mejor mes en ventas de VIS en la historia reciente de Colombia. (Ministerio de Vivienda de Colombia, s.f.)

**Figura 3**

*Producción de concreto (m3) según destino: VIS y No VIS*



Fuente. (DANE, s.f.)

**Tabla 2**

*Producción de concreto (m3) según destino: VIS y No VIS*

	Vivienda		
	VIS	No VIS	Total
<b>ene-20</b>	79.298	125.463	204.761
<b>feb-20</b>	105.461	162.826	268.287
<b>mar-20</b>	70.527	119.852	190.379
<b>abr-20</b>	<b>1.044</b>	<b>2.260</b>	<b>3.304</b>
<b>may-20</b>	54.178	92.914	147.092
<b>jun-20</b>	79.526	132.712	212.238
<b>jul-20</b>	104.163	146.798	250.961
<b>ago-20</b>	104.764	140.863	245.627
<b>sep-20</b>	117.498	155.492	272.990
<b>oct-20</b>	126.189	155.274	281.463
<b>nov-20</b>	113.437	132.540	245.978
<b>dic-20</b>	104.656	124.283	228.938
<b>ene-21</b>	90.252	106.371	196.623

Fuente. (DANE, s.f.)

La producción de concreto premezclado se contrajo en abril y mayo de 2020, sin embargo, se evidencia una recuperación en los niveles de producción como efecto del dinamismo que inyectó al sector la oferta de subsidios que el gobierno viene otorgando desde el 2do semestre de 2020. Se espera que se siga observando mejoría en la dinámica tras las aperturas graduales de los sectores; sin embargo, el panorama hasta el momento es retador, manifestado especialmente la tasa de desempleo e incumplimientos de pagos de cuotas en ventas de proyectos inmobiliarios

### **5.3 Análisis macroeconómico sector**

#### ***5.3.1 Producto Interno Bruto (PIB) y participación del sector de la construcción.***

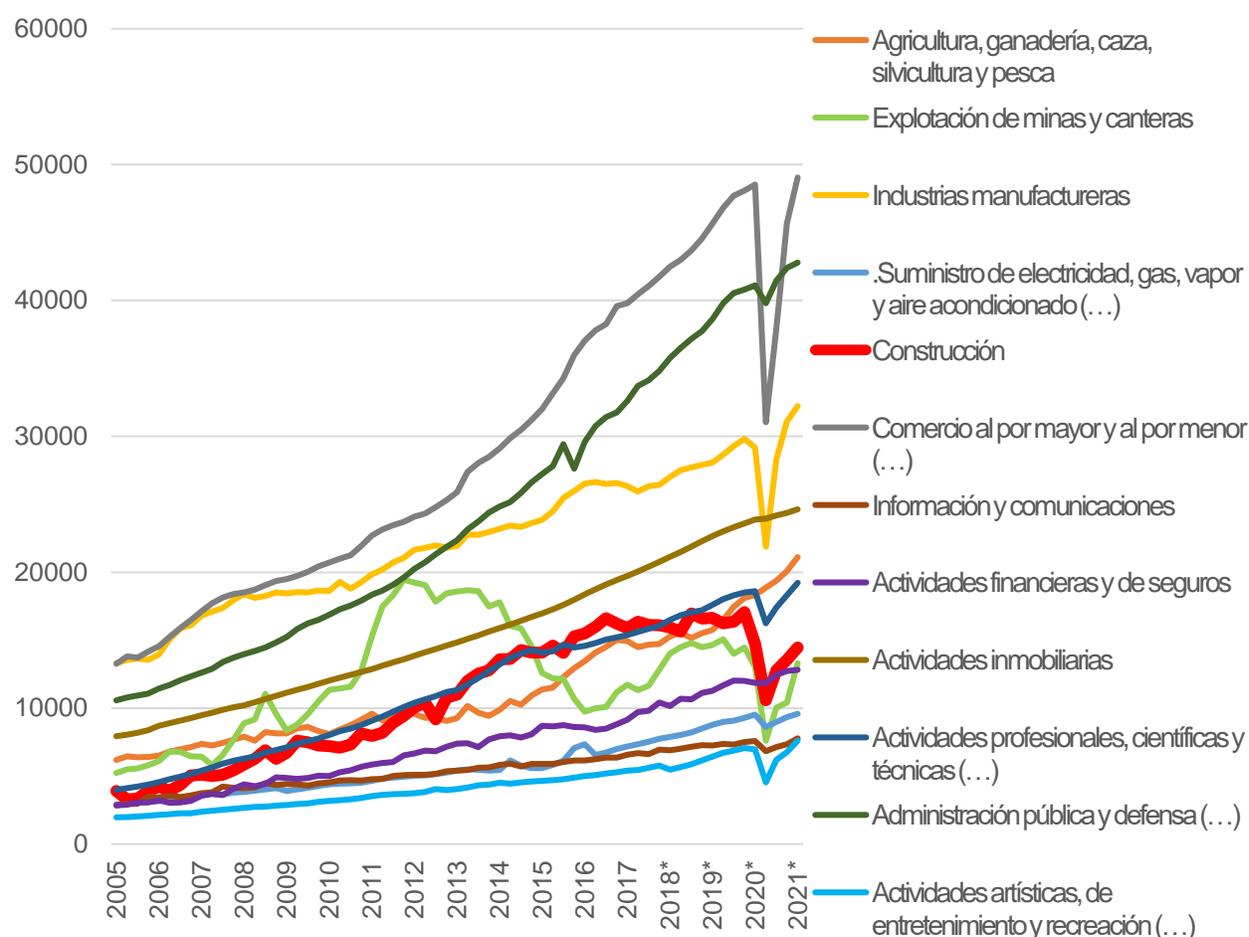
El PIB es la magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario del total de bienes y servicios producidos en un país durante un período o rango de tiempo determinado, normalmente registrados de manera trimestral y anual. Incluye la producción generada por nacionales y extranjeros residentes en el país, y excluye la producción de nacionales residentes en el exterior. Por ende, el PIB es una variable relativa a los niveles de producción del mercado y es representativa del crecimiento de una economía en un periodo de tiempo. (Banco de la República, s.f.)

El PIB desde un enfoque de producción, es definido por el DANE como aquellas actividades intervinientes en la creación de bienes y servicios destinados a satisfacer directa o indirectamente las necesidades humanas se han clasificado según lo establece la cuarta revisión del CIIU en Colombia. En general los principales de la economía colombiana son el comercio al por mayor y al por menor, la administración pública y la industria manufactura; estas tres agrupaciones generan aproximadamente el 55% de la producción bruta en Colombia. El sector de la construcción ha ocupado el quinto lugar producción y su comportamiento tiende a ser constante.

El análisis del Producto Interno Bruto (PIB) desde un enfoque de producción de las 12 principales ramas de la actividad económica en los últimos quince años, brinda un panorama global del desempeño de estos sectores en conjunto con el impacto de fenómenos externos y su incidencia en la economía; expuestos en la siguiente figura:

**Figura 4**

*PIB trimestral a precios corrientes - grandes ramas. Miles de Millones de pesos. Año Base 2015*



Fuente. (DANE, s.f.)

### ***Variaciones de las ramas del sector de la construcción***

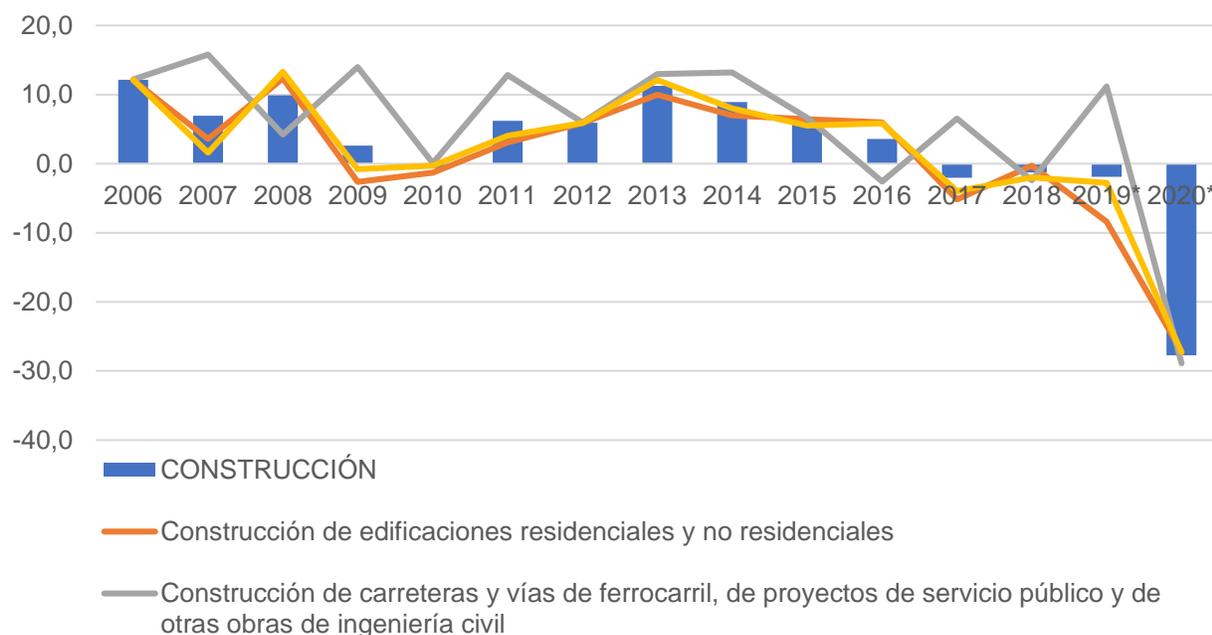
El sector de construcción tiende a ser voluble, dada su naturaleza. Muestra una sensibilidad que se manifiesta en los diferentes proyectos que lo componen, derivado de: la estructura organizacional de las empresas que lo constituyen en términos de especialidad, tamaño, infraestructura y capacidad económica, su accionar limitado en el tiempo, soportada en una mano de obra poco capacitada e inestabilidad laboral y una alta dependencia del sector público (Ríos-Ocampo & Olaya, 2017)

En consecuencia, el sector es sensible al cambio de políticas internas, y su desempeño está limitado a la demanda y problemáticas en la ejecución de proyectos. Adicionalmente, también se ve afectado por la variación del dólar, que afecta los costos de materias primas importadas, y repercute en los precios de vivienda; la tasas de interés, que puede ocasionar problemas de inversión, retrasos en la elaboración de proyectos del sector de la construcción, el aumento inesperado del nivel de endeudamiento y retrasos en las entregas, evidenciando en estudios previo el impactando directamente el Índice de Costo de Vivienda, lo cual repercute en la reducción en la demanda de vivienda. (Dalia, E., Rodríguez, C., & Cárdenas, M. V., 2016).

Por lo anterior, se constituye como una de las actividades más dinámicas de la economía colombiana y a su vez, fundamental para incrementar la productividad en otros sectores económicos.

### Figura 5

*Variación trimestral PIB-Construcción y subsectores (2006 – 2020)*



Fuente. (DANE, s.f.)

En los últimos años, el sector mantiene en un crecimiento moderado, ocasionado por en cambios de tendencias de producción en los subsectores que lo conforman, donde la inversión estatal sostiene exclusivamente la construcción de carreteras, vías de ferrocarril; de manera que las obras civiles y actividades especializadas ha crecido constantemente hasta superar la construcción de edificaciones, que tradicionalmente ha encabezado la producción del sector, y que es sostenida principalmente por el sector privado que busca satisfacer la demanda comercial. En consecuencia, actualmente existe una oferta en el sector de construcción de vías y obras civiles mayor que la oferta en construcción de edificaciones. (de Jorge Moreno, Robayo, & Castro, 2014).

La pobre dinámica del subsector de edificaciones desde 2016, había impedido el crecimiento de la construcción, hasta finales de 2019. Sumado a lo anterior, los efectos del covid-19, provocaron que el subsector edificador continuará avanzando en el 2020 con una variación muy negativa.

En la siguiente gráfica se puede apreciar el impacto del PIB construcción frente al PIB Nacional en los últimos 14 años:

**Figura 6**

*Variación trimestral PIB-Construcción y subsectores (2006 – 2020)*



Fuente. (DANE, s.f.)

Aunque para finales del 2020 los indicadores principales del sector (obras de ingeniería civil) comenzaron a presentar una recuperación lenta, las empresas constructoras y formuladoras de proyectos, deberán entrever las dinámicas económicas y sociales que implica la superación del Covid-19, y la inherente recuperación de la economía, con el fin de adaptarse y buscar metodologías que permitan configurar la búsqueda de mejores oportunidades.

### **5.3.2 Índice de precios al consumidor (IPC).**

El índice de precios al consumidor (IPC) mide la evolución del costo promedio de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares, expresado en relación con un período base. El dato del IPC, en Colombia, lo calcula mensualmente el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Esta canasta se define a partir de la Encuesta Nacional de Presupuesto de los Hogares –ENPH-, que el DANE realiza cada 10 años. La última se realizó entre julio de 2016 y julio de 2017. Las siguientes son las divisiones del gasto sobre el que se calcula el IPC:

01. Alimentos y bebidas no alcohólicas
02. Bebidas alcohólicas y tabaco
03. Prendas de vestir y calzado
04. Alojamiento, agua, electricidad, gas y otros combustibles
05. Muebles, artículos para el hogar y conservación ordinaria de la vivienda
06. Salud
07. Transporte
08. Información y comunicación
09. Recreación y cultura
10. Educación
11. Restaurantes y hoteles
12. Bienes y servicios diversos

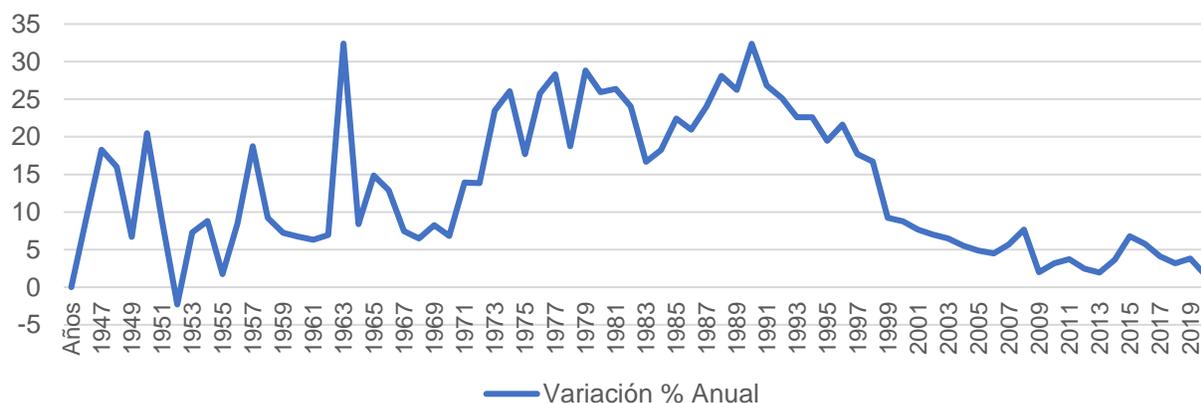
La inflación se define como la variación porcentual del IPC entre dos periodos. En particular la inflación anual se mide tomando el IPC de un mes y calculando su variación frente al dato del mismo mes del año anterior.

En términos generales, los procesos inflacionarios son causados por diversos factores, siendo uno de los más comunes el desequilibrio entre la oferta y la demanda, es decir cuando la demanda de bienes y servicios es superior a la oferta disponible de los mismos, o cuando esta última está limitada por la baja productividad o por restricciones del mercado. Así mismo, existen otros factores determinantes de carácter macroeconómico y regional como: niveles de impuestos, cantidad de dinero circulante, tasas de interés, políticas gubernamentales, tasa de cambio, flujo de moneda extranjera, comercio exterior, certidumbre o confiabilidad de inversión, entre otros. (Gutiérrez, O. & Zurita, A., 2006)

Bajo esta contextualización, para Colombia Bajo el esquema de inflación objetivo o anclaje inflacionario que busca controlar el crecimiento de los precios de la canasta familiar y velar por el poder adquisitivo de la moneda, la Junta Directiva del Banco de La República establece una meta de inflación anual de largo plazo. A continuación, se presenta el comportamiento de esta variable para la economía colombiana:

### Figura 7

#### IPC - Variación % Anual



Fuente: (DANE, s.f.).

En materia de IPC el año 2019 cerró con una variación anual del 3.8%, que si bien es superior a la variación de 3.18% registrada para el año 2018, continúa estando dentro del rango meta de control de la variable en el horizonte de largo plazo, circunstancia que en los últimos 10 años (2010-2019) ha sido una constante, excepto para los años 2015 y 2016 cuando se ubicó en 6.77% y 5.75%, respectivamente. El año 2020, fue un año excepcional en la economía mundial y nacional a causa de los efectos negativos del Covid -19, lo cual hizo que el IPC para este año cerrara en 1,61%.

#### **5.4 Análisis macroeconómico subsector – ppales variables del sector edificador**

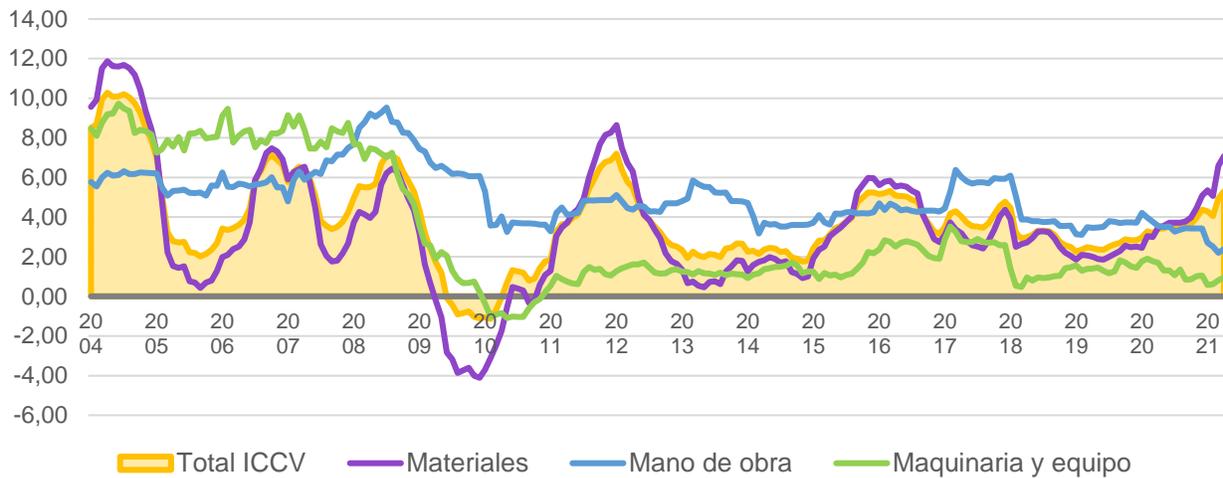
##### **5.4.1 ICCV (El Índice de Costos de Construcción de Vivienda).**

El Índice de Costos de Construcción de Vivienda es una valiosa estadística para el sector de la construcción, ya que permite conocer la variación porcentual promedio de los precios de los principales insumos utilizados en la construcción de vivienda. Según las estadísticas del DANE el componente del ICCV que mayor ponderación presenta es el de materiales, con una contribución del 66% dentro del total, en efecto, la evolución del índice depende en gran medida del comportamiento de los precios de los insumos. (UAESP, s.f.). Según el Boletín Técnico Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICCV) de abril 2021 del DANE:

En abril de 2021, la variación mensual del ICCV fue 0,69%, en comparación con marzo de 2021. Esta tasa es superior en 0,36 porcentuales frente a la presentada en abril de 2020 (0,33%) y superior en 0,10 puntos porcentuales con relación a la variación mensual total del Índice de Precios al Consumidor (IPC) de abril de 2021 (0,59%). La variación mensual del IPC para Alojamiento, Agua, Electricidad, Gas y Otros combustibles fue de 0,43%. (DANE, abril 2021)

**Figura 8**

*ICCV - Variación anual por grupos de costos*

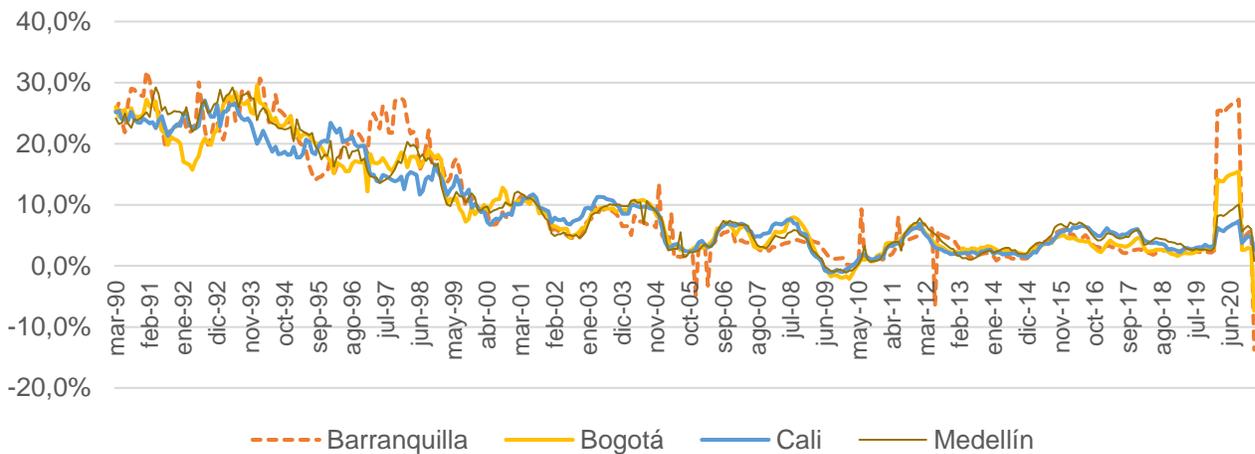


Fuente. (DANE, s.f.)

A nivel regional, de las ciudades principales, las variaciones más elevadas registradas en 2020 fueron en Bogotá y Barranquilla respectivamente, como se observa en la siguiente figura:

**Figura 9**

*Histórico: Variación anual ICCV - Principales ciudades*



Fuente. (DANE, s.f.)

### **5.4.2 ICC (Índice de confianza del consumidor).**

La encuesta de Opinión del Consumidor (EOC) se realiza mensualmente desde noviembre de 2001, según Fedesarrollo:

(...) tiene como objetivo principal conocer las percepciones actuales y las perspectivas de los hogares a un año vista. La muestra permite desagregar la información por ciudades (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga) y por niveles socioeconómicos (bajo, medio y alto), diferenciando comportamientos y opiniones inherentes a cada uno de estos subgrupos. Permite además medir la disposición a comprar vivienda, electrodomésticos y vehículos, y posibilita establecer un indicador de la capacidad de ahorro y de la solicitud de crédito formal e informal. (Fedesarrollo. mayo, 2021)

Este índice es publicado mensualmente por Fedesarrollo, y se calcula como el promedio de los balances de cinco preguntas de la Encuesta de opinión al consumidor (EOC). El ICC (Índice de confianza del consumidor) resume la percepción y las expectativas de los consumidores sobre las condiciones económicas del país y del hogar, así como la disposición de los individuos para realizar gastos en bienes los mencionados (vivienda, electrodomésticos y vehículos); busca seguir de cerca el comportamiento de la demanda y registrar cambios en las preferencias y en los hábitos de consumo de las familias colombianas. De estas preguntas también se construyen dos indicadores complementarios: el índice de condiciones económicas de los hogares (ICE) y el índice de expectativas de los consumidores (IEC). (Cárdenas H., C. & Hernández M., M. (junio de 2018)

### **5.4.3 IPVN (*Índice de precios de la vivienda nueva*).**

Es un indicador que permite conocer la evolución de los precios de venta de la vivienda nueva en proceso de construcción y/o hasta la última unidad vendida.

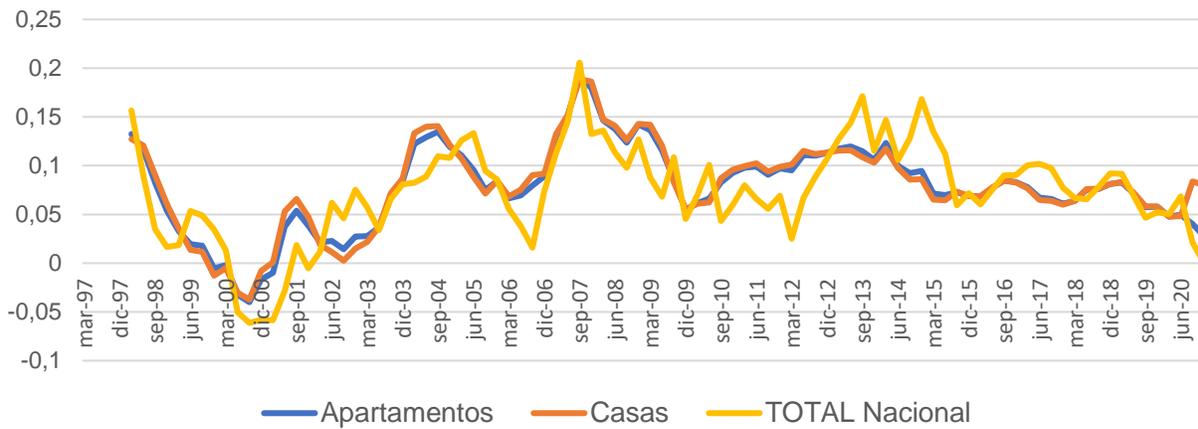
Según el DANE:

Con la utilización de este indicador es posible realizar una estimación de valorización de los bienes en las diferentes áreas de cobertura de la investigación. Son diversos los usos que puede llegar a tener este indicador que por su cobertura temática capta los precios de las obras nuevas en proceso de construcción y las culminadas, hasta la última unidad vendida, presentando una dinámica real de los precios del mercado. Una de las principales fortalezas del indicador radica en que a través de la técnica estadística de panel longitudinal que utiliza el CEED, se identifican de manera precisa e individual, tanto la evolución de los precios de cada una de las viviendas que están en proceso de construcción, como los cambios de estado y las novedades que se presentan, proporcionando los elementos básicos para la estimación de los índices individuales y los agregados, depurando técnicamente aquellas situaciones que obedezcan a cambios de calidad o estado de las obras en proceso de construcción. (DANE, 21 de febrero de 2020)

Los precios de la vivienda nueva son importantes indicadores económicos, ya que guardan una estrecha relación con la estabilidad macroeconómica de los países.

**Figura 10**

*Histórico: Variación anual IPVN*

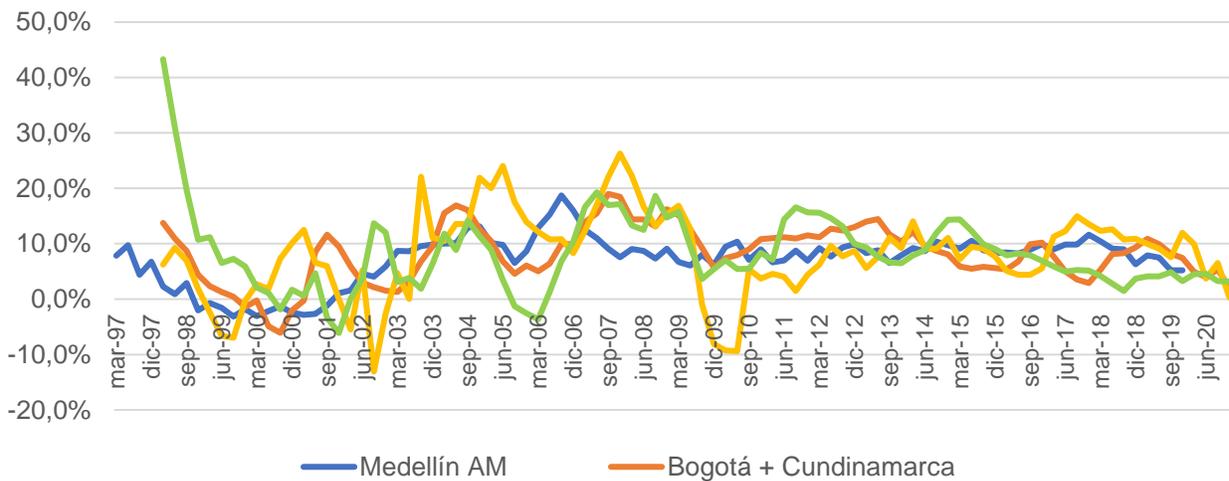


Fuente. (DANE, s.f.)

El comportamiento del IPVN es divergente en las diferentes áreas del territorio nacional. Tomando las variaciones históricas se observa una alta volatilidad en las variaciones del IPVN de Cali, especialmente entre el 2000 y 2010, como se observa en la siguiente gráfica.

**Figura 11**

*Variación anual IPVN - Principales Ciudades.*



Fuente. (DANE, s.f.)

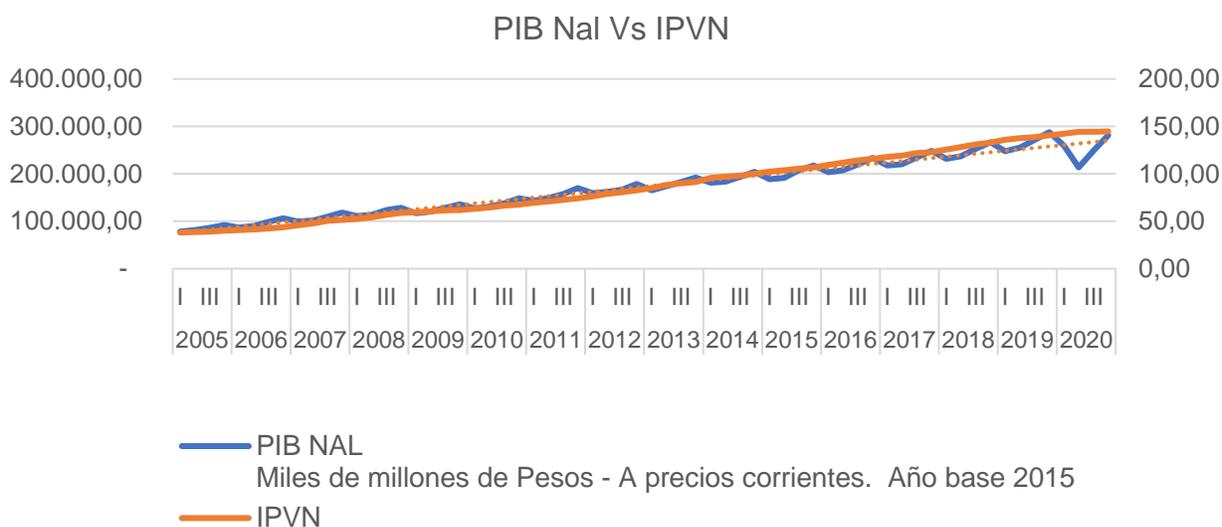
## 6. Efectos y relaciones entre variables macroeconómicas

Para comprender la incidencia de cada uno de los indicadores macroeconómicos en los precios de la vivienda nueva, se analiza gráficamente la relación entre cada uno de los indicadores frente al IPVN, y se encuentra el coeficiente de Pearson entre estas parejas de variables realizando una regresión simple de los datos históricos trimestrales dados por el DANE:

- **PIB NaI – IPVN**

**Figura 12**

PIB NaI Vs IPVN



Fuente: DANE (s.f.).

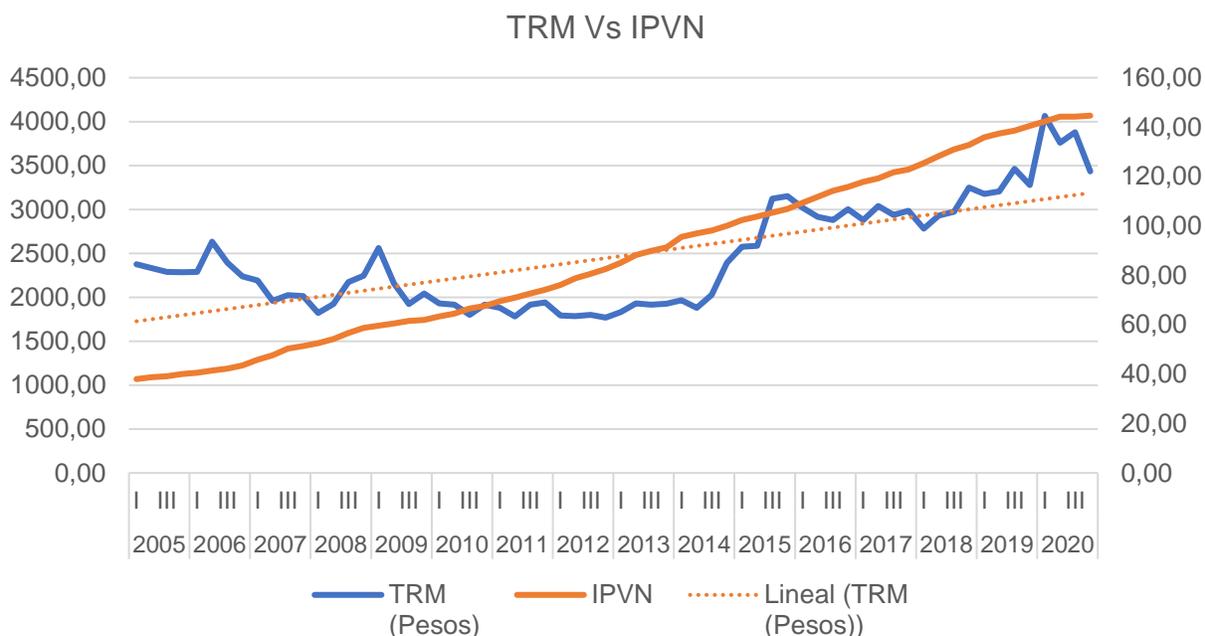
Gráficamente se observa que el PIB Nacional tiene un comportamiento similar frente al IPVN, aunque este último con una pendiente mayor en los últimos 8 años.

- Coeficiente de Pearson R: 0,982
- Coeficiente de determinación  $R^2$ : 0,964
- Grado Correlación: Muy Alta

- TRM (Tasa Representativa del Mercado) – IPVN

**Figura 13**

TRM Vs IPVN



Fuente: DANE (s.f.).

Normalmente, en las obras de vivienda nueva la TRM que afecta solo insumos, equipos y materiales importados, como los ascensores, algunos mármoles y materiales para acabados; el porcentaje de afectación del multiplicador genérico en este caso es entre el 30 y el 40% ya que este es el rango en que los presupuestos de obra dependen del valor del dólar (TRM).

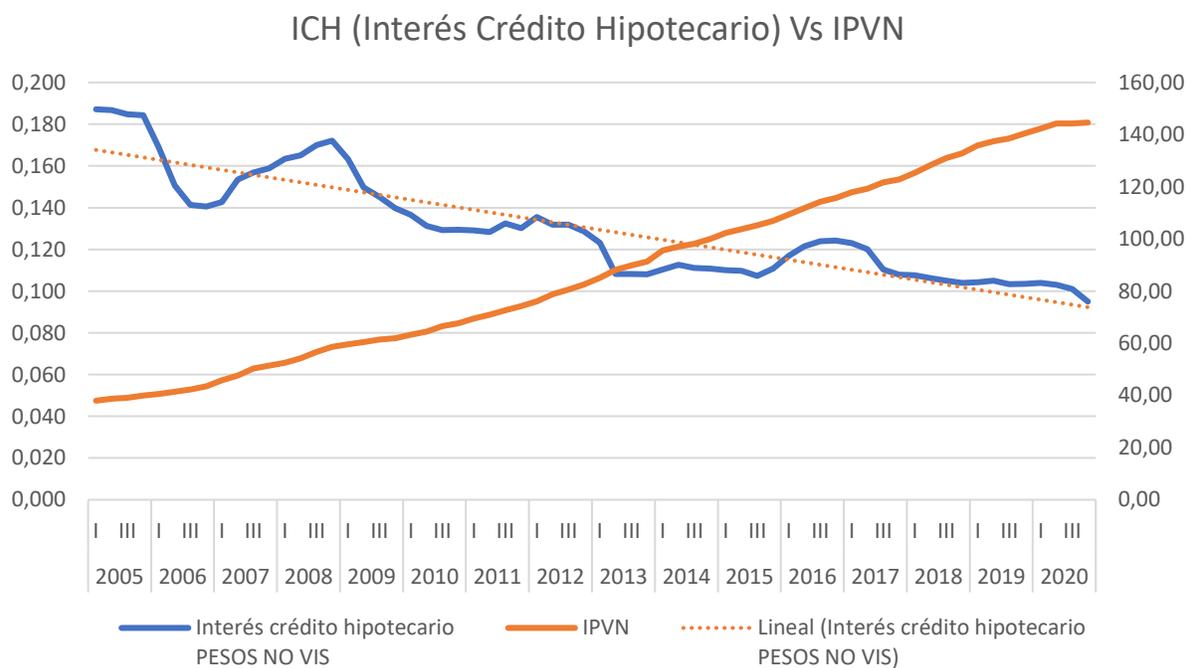
Gráficamente se observa que el PIB Nacional tiene un comportamiento similar frente al IPVN, aunque este último con una pendiente mayor en los últimos 8 años.

- Coeficiente de Pearson R: 0,758
- Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>: 0,575
- Grado Correlación: Moderada

- **ICH (Interés de Crédito Hipotecario) – IPVN**

**Figura 14**

*ICH (Interés Crédito Hipotecario) Vs IPVN*



Fuente: DANE (s.f.).

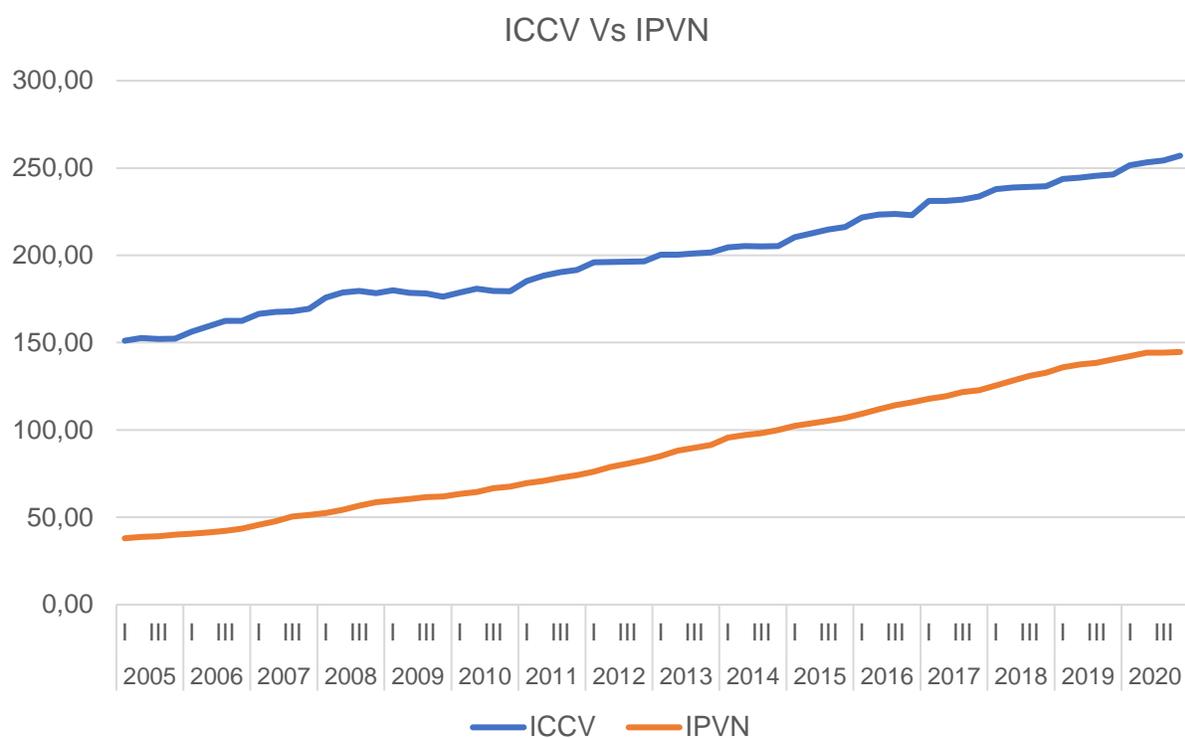
Naturalmente, el comportamiento del IPVN es inverso el del interés del crédito hipotecario (ICH), ya que una alta tasa de interés del crédito hipotecario afecta negativamente las ventas, por lo que el precio de venta de los inmuebles nuevos debe: disminuir, mantenerse o aumentar muy levemente.

- Coeficiente de Pearson R: -0.870
- Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>: 0,757
- Grado Correlación: Alta

- **ICCV (Índice de costo de la construcción de vivienda) – IPVN**

**Figura 15**

ICCV Vs IPVN



Fuente. DANE (s.f.).

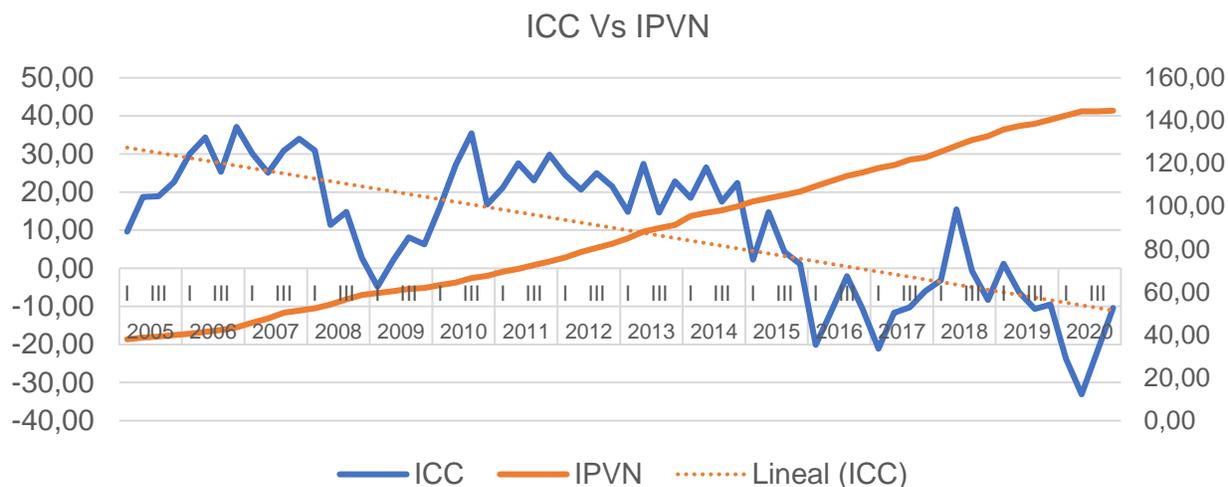
Naturalmente, el comportamiento del ICCV es muy cercano al del IPVN, ya que los costos de los materiales de construcción inciden directamente en los precios de venta de los inmuebles.

- Coeficiente de Pearson R: 0.995
- Coeficiente de determinación  $R^2$ : 0,989
- Grado Correlación: Muy Alta

- **ICC (Índice de confianza del consumidor) – IPVN**

**Figura 16**

ICC Vs IPVN



Fuente: DANE (s.f.). Fedesarrollo (s.f.)

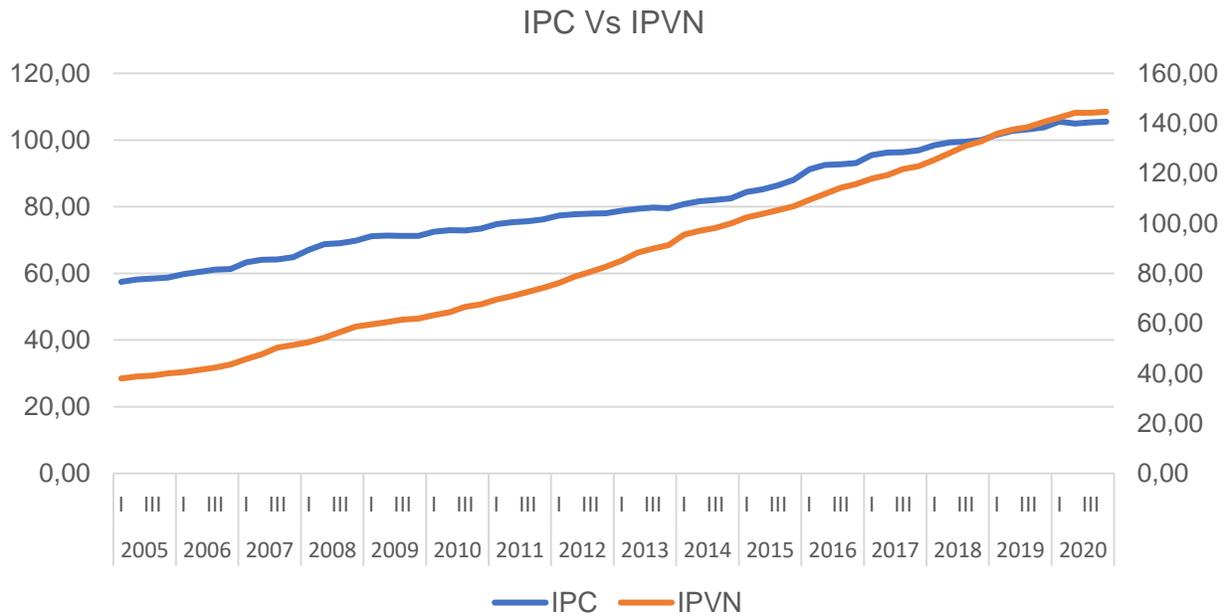
Desde el 2005 al 2020 se evidencia un comportamiento del IPVN inverso al del ICC (Índice de confianza del consumidor). Si bien el precio de la vivienda muestra una importante tendencia creciente, esta evolución no parece tener una fuerte correlación con el comportamiento o evolución del Índice de confianza del consumidor. Uno de los factores que mejor explican el aumento en el precio de la vivienda es el desmesurado incremento del precio del suelo en los últimos años, ocasionado por la escasez de tierra urbanizable lo cual ocasiona desalineamiento del precio de la vivienda respecto de sus fundamentales (Salazar N, Steiner. R., Becerra. A., Ramírez. J., 2013). A esto se le suman las restricciones de uso del suelo que han definido autoridades locales (especialmente por protección ambiental), además de los fenómenos especulativos que se pueden propiciar.

- Coeficiente de Pearson R: - 0.753
- Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>: 0,567
- Grado Correlación: Moderada

- **IPC (Índice de precios al consumidor) – IPVN**

**Figura 17**

IPC Vs IPVN



Fuente: DANE (s.f.).

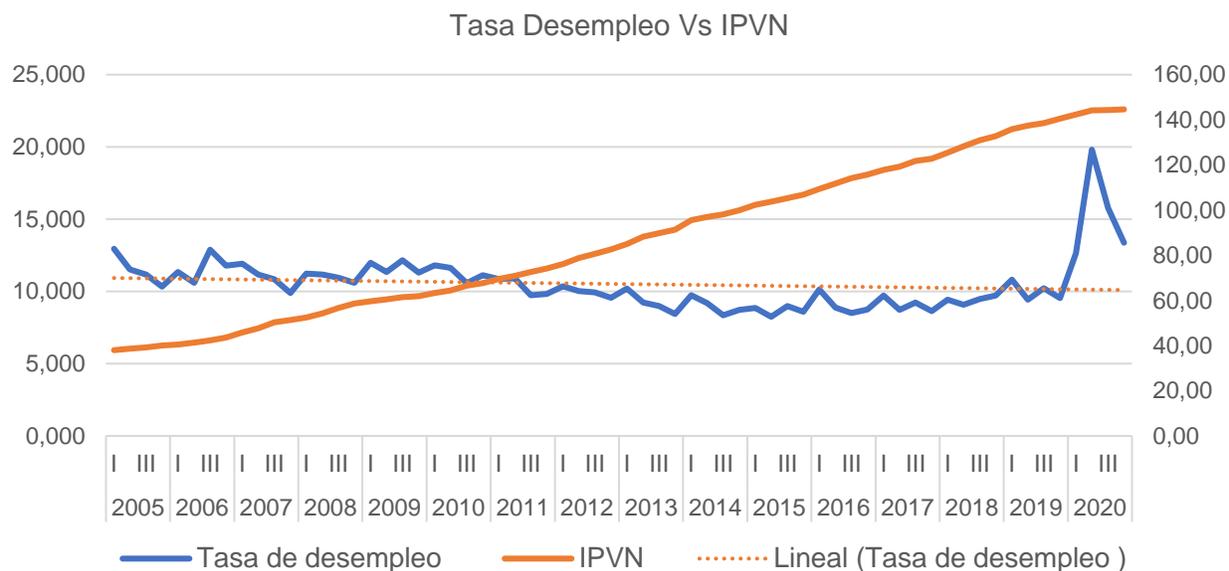
Aunque los últimos crecimientos del IPVN han sido superiores a la inflación en todo el país, estos muestran un comportamiento similar.

- Coeficiente de Pearson R: 0,994
- Coeficiente de determinación  $R^2$ : 0,988
- Grado Correlación: Muy Alta

- **Tasa de Desempleo (TD) – IPVN**

**Figura 18**

*Tasa Desempleo Vs IPVN*



Fuente: DANE (s.f.).

Se evidencia un comportamiento del IPVN inverso al de la Tasa de Desempleo (TD). Si bien el precio de la vivienda muestra una importante tendencia creciente, esta evolución no parece estar correlacionada con la evolución de las cifras de la tasa de desempleo.

Como se explicó anteriormente, en la relación de ICC e IPVN, la escasez de predios y la especulación sobre los mismos, son los factores que mejor explican el aumento en el precio de la vivienda sin una correlación significativa frente a indicadores económicos determinantes como la Tasa de Desempleo.

- Coeficiente de Pearson R: - 0,110
- Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>: 0,012
- Grado Correlación: Baja

## 7. Definición de modelo matemático

### 7.1 Metodología aplicada

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó una recopilación de datos históricos trimestrales de los indicadores macroeconómicos más relevantes y relacionados con el sector de la construcción a nivel nacional: IPC, PIB Nacional, TRM, Tasa de desempleo, Interés de Crédito Hipotecario, ICCV y el IPVN.

**Tabla 3**

*Datos históricos de indicadores macroeconómicos*

DATOS HISTÓRICOS									
Año	Trimestre	IPC	PIB NAL Miles de millones de Pesos - A precios corrientes. Año base 2015	TRM (Pesos)	Tasa de desempleo (TD)	Interés crédito hipotecario PESOS NO VIS (ICH)	ICCV	ICC	IPVN
2005	I	57,46	78.160,66	2376,48	12,948	0,187	151,10	9,60	37,99
2005	II	58,18	81.395,56	2331,81	11,523	0,187	152,68	18,70	38,70
2005	III	58,46	86.077,36	2289,61	11,172	0,185	152,03	18,90	39,16
2005	IV	58,70	92.324,43	2284,22	10,334	0,184	152,33	22,60	40,00
2006	I	59,83	86.477,76	2289,98	11,344	0,169	156,32	30,00	40,52
2006	II	60,48	90.385,49	2633,12	10,607	0,151	159,45	34,30	41,39
2006	III	61,14	98.848,64	2394,31	12,890	0,141	162,50	25,30	42,28
2006	IV	61,33	105.892,11	2238,79	11,783	0,141	162,44	37,10	43,56
2007	I	63,29	99.534,48	2190,30	11,927	0,143	166,54	30,10	45,77
2007	II	64,12	101.216,53	1960,61	11,165	0,154	167,57	25,10	47,67
2007	III	64,20	109.667,51	2023,19	10,836	0,157	168,02	30,80	50,39
2007	IV	64,82	118.087,49	2014,76	9,894	0,159	169,31	34,00	51,38
2008	I	67,04	110.884,41	1821,60	11,225	0,163	175,70	30,90	52,47
2008	II	68,73	113.504,69	1923,02	11,172	0,165	178,75	11,40	54,24
2008	III	69,06	123.666,91	2174,62	10,948	0,170	179,67	14,80	56,62
2008	IV	69,80	128.497,99	2243,59	10,607	0,172	178,27	2,70	58,69
2009	I	71,15	116.858,55	2561,21	11,992	0,163	179,94	-4,80	59,62

2009	II	71,35	120.583,19	2158,67	11,338	0,150	178,59	2,10	60,50
2009	III	71,28	128.252,30	1922,00	12,156	0,145	178,15	8,10	61,48
2009	IV	71,20	135.879,95	2044,23	11,311	0,140	176,27	6,30	61,88
2010	I	72,46	126.763,36	1928,59	11,807	0,137	178,73	16,10	63,30
2010	II	72,95	131.084,50	1916,46	11,636	0,131	180,94	27,20	64,50
2010	III	72,90	137.566,19	1799,89	10,574	0,129	179,58	35,40	66,58
2010	IV	73,45	148.645,95	1913,98	11,120	0,129	179,38	16,70	67,61
2011	I	74,77	142.777,84	1879,47	10,868	0,129	185,21	21,10	69,50
2011	II	75,31	148.954,70	1780,16	10,906	0,128	188,43	27,60	70,90
2011	III	75,62	157.358,33	1915,10	9,735	0,133	190,27	23,10	72,61
2011	IV	76,19	169.932,13	1942,70	9,818	0,130	191,71	29,80	74,19
2012	I	77,31	158.896,64	1792,07	10,364	0,136	195,93	24,40	76,11
2012	II	77,72	162.152,52	1784,60	10,026	0,132	196,18	20,60	78,77
2012	III	77,96	166.818,81	1800,52	9,942	0,132	196,41	25,00	80,61
2012	IV	78,05	178.639,03	1768,23	9,551	0,129	196,52	21,50	82,60
2013	I	78,79	165.448,10	1832,20	10,206	0,123	200,34	14,80	85,06
2013	II	79,39	173.931,99	1929,00	9,237	0,108	200,41	27,40	88,20
2013	III	79,73	182.580,35	1914,65	8,978	0,108	201,15	14,60	89,86
2013	IV	79,56	192.132,56	1926,83	8,442	0,108	201,73	22,80	91,35
2014	I	80,77	181.430,70	1965,32	9,734	0,110	204,63	18,50	95,54
2014	II	81,61	183.537,55	1881,19	9,195	0,113	205,23	26,50	97,01
2014	III	82,01	193.542,00	2028,48	8,350	0,111	205,10	17,50	98,16
2014	IV	82,47	204.392,75	2392,46	8,723	0,111	205,37	22,40	100,00
2015	I	84,45	188.935,60	2576,05	8,861	0,110	210,40	2,30	102,37
2015	II	85,21	191.331,06	2585,11	8,246	0,110	212,54	14,70	103,77
2015	III	86,39	207.153,05	3121,94	8,981	0,107	214,82	4,30	105,29
2015	IV	88,05	217.272,29	3149,47	8,589	0,111	216,15	1,10	106,89
2016	I	91,18	203.234,38	3022,35	10,137	0,117	221,62	-20,10	109,36
2016	II	92,54	207.432,62	2916,15	8,883	0,121	223,26	-11,30	111,80
2016	III	92,68	219.201,09	2879,95	8,508	0,124	223,63	-2,10	114,22
2016	IV	93,11	233.913,91	3000,71	8,743	0,124	222,98	-10,70	115,79
2017	I	95,46	217.317,57	2880,24	9,705	0,123	231,14	-21,10	117,89
2017	II	96,23	220.359,95	3038,26	8,716	0,120	231,16	-11,70	119,30
2017	III	96,36	234.547,01	2936,67	9,225	0,110	231,87	-10,30	121,75
2017	IV	96,92	248.246,47	2984,00	8,627	0,108	233,62	-6,00	122,84
2018	I	98,45	231.789,77	2780,47	9,436	0,108	237,90	-3,20	125,42
2018	II	99,31	237.173,30	2930,80	9,082	0,106	238,83	15,50	128,27
2018	III	99,47	252.675,55	2972,18	9,482	0,105	239,09	-0,70	130,99
2018	IV	100,00	266.152,38	3249,75	9,721	0,104	239,45	-8,30	132,80
2019	I	101,62	247.421,18	3174,79	10,817	0,104	243,79	1,20	135,83
2019	II	102,71	255.045,68	3205,67	9,437	0,105	244,45	-6,30	137,44

2019	III	103,26	270.908,11	3462,01	10,224	0,103	245,55	-10,70	138,52
2019	IV	103,80	287.744,03	3277,14	9,532	0,104	246,26	-9,50	140,49
2020	I	105,53	258.753,70	4064,81	12,634	0,104	251,56	-23,80	142,34
2020	II	104,97	213.467,68	3758,91	19,813	0,103	253,12	-33,10	144,26
2020	III	105,29	249.281,53	3878,94	15,771	0,101	254,24	-21,60	144,29
2020	IV	105,48	281.419,40	3432,50	13,372	0,095	257,04	-10,40	144,64

Fuente: DANE (s.f.), Fedesarrollo (s.f.).

Una vez teniendo los datos históricos se realiza una tabulación organizando los datos de más antiguos a más recientes y se tiene como opción realizar regresiones lineales simples y múltiples como se muestra a continuación:

- **REGRESIONES SIMPLES**

A partir de la serie de datos históricos de indicadores macroeconómicos del país se realiza una regresión lineal simple escogiendo como variable dependiente el IPVN (índice de precio de vivienda nueva) y el resto de las variables como independientes.

Se realiza para cada variable independiente las respectivas regresiones buscando la ecuación (lineal, polinómica logarítmica, etc.) con un coeficiente de Pearson R, y un Coeficiente de determinación R<sup>2</sup> más altos.

**Tabla 4**

*Coeficientes de Pearson y de determinación respecto a variable IPVN*

Coeficientes de Pearson y de determinación respecto a variable IPVN							
	IPC	PIB NAL	TRM	TD	ICH	ICCV	ICC
<b>Coeficiente de Pearson R</b>	0,994	0,982	0,758	(0,110)	(0,870)	0,995	(0,753)
<b>Coeficiente de determinación R<sup>2</sup></b>	0,988	0,964	0,575	0,012	0,757	0,989	0,567
Grado de correlación	Muy Alta	Muy Alta	Moderada	Baja	Alta	Muy Alta	Moderada

## REGRESIÓN MÚLTIPLE:

Partiendo de los mismos datos históricos y las mismas variables macroeconómicas, se realiza una regresión múltiple con los datos contenidos en la Tabla 3 - Datos históricos de indicadores macroeconómicos, la cual nos permite generar una ecuación que relaciona todas las variables independientes: IPC, PIB Nal, TRM, Tasa de Desempleo (TD), Interés del crédito hipotecario (ICH), ICCV, y el ICC; frente a la variable dependiente: IPVN.

**Tabla 5**

*Indicadores macroeconómicos de la primera regresión múltiple*

IPC	<u>PIB NAL</u>	TRM	TD (Tasa de Desempleo)	ICH (Tasa de Interés del Crédito Hipotecario)	ICCV	ICC	IPVN
-----	----------------	-----	---------------------------	--	------	-----	------

Al proceder con este método por medio de los programas Statgraphics y Excel, los resultados estadísticos, para un nivel de confianza del 95%, nos muestran la siguiente tabla:

**Tabla 6**

*Resultado de la primera regresión múltiple*

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-72.0021	13.5314	-5.32111	0.0000
IPC	0.53986	0.348541	1.54891	0.1270
PIB NAL	0.000106398	0.0000418724	2.54102	0.0139
TRM	0.00292345	0.00121095	2.41418	0.0191
TD	-0.17702	0.285277	-0.620519	0.5374
ICH	-99.51	37.0518	-2.6857	0.0095
ICCV	0.524192	0.153727	3.40988	0.0012
ICC	-0.026821	0.0489317	-0.548132	0.5858

R-cuadrada = 99.3819 por ciento  
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.3047 por ciento  
Error estándar del est. = 2.82871  
Error absoluto medio = 2.11024  
Estadístico Durbin-Watson = 0.539858 (P=0.0000)  
Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.680656

Se observa que, para el IPC, la Tasa de desempleo (TD), y el ICC (Índice de confianza del consumidor, el valor del estadístico T no superan el valor de 2, y el Valor de P es mayor del 5%, lo que indica que no hay significancia de estas variables. Una de las razones se debe a que el IPC y el PIB crecen y se comportan de una manera muy similar, por lo que teóricamente se está contaminando la información con una casi doble variable.

## 7.2 Modelo de proyección del precio promedio de venta del metro cuadrado de vivienda (PVV)

Teniendo en cuenta el análisis previo de indicadores y sus correlaciones se halla la fórmula que determinará el precio de vivienda bajo el siguiente **modelo de proyección del precio promedio de vivienda**:

1. Se toma una muestra de datos históricos de las principales variables macroeconómicas que influyen en el sector de la construcción. En el modelo, la variable IPVN será la variable dependiente, mientras que las demás variables macroeconómicas serán las variables independientes (Como se toman en la Tabla 3).
2. La Variable IPVN se desplaza 1 período a futuro. Como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Datos históricos de indicadores macroeconómicos, con datos de IPVN desplazados 1 trimestre a futuro.*

DATOS HISTÓRICOS						
Año	Trimestre	PIB NAL	TRM	ICH	ICCV	IPVN
2005	I	78.160,66	2.376,48	0,19	151,10	36,89
2005	II	81.395,56	2.331,81	0,19	152,68	37,99
2005	III	86.077,36	2.289,61	0,18	152,03	38,70
2005	IV	92.324,43	2.284,22	0,18	152,33	39,16
2006	I	86.477,76	2.289,98	0,17	156,32	40,00
(...)						
2019	III	270.908,11	3.462,01	0,10	245,55	137,44
2019	IV	287.744,03	3.277,14	0,10	246,26	138,52
2020	I	258.753,70	4.064,81	0,10	251,56	140,49
2020	II	213.467,68	3.758,91	0,10	253,12	142,34
2020	III	249.281,53	3.878,94	0,10	254,24	144,26
2020	IV	281.419,40	3.432,50	0,10	257,04	144,29
						144,64

3. Se realiza regresión múltiple a la muestra de datos para hallar la fórmula que determinará el precio promedio de vivienda. (Ver fórmula (1))

Fórmula hallada:

$$IPVN = -82.4094 + 0.000143065 * PIB\ NAL + 0.0040508 * TRM - 79.847 * ICH + 0.715987 * ICCV \quad (1)$$

Se puede observar que el ICH (interés del crédito hipotecario) es negativo, esto se debe a que mayor interés del crédito hipotecario afecta negativamente las ventas, por

lo que el precio de venta de los inmuebles nuevos debe disminuir, mantenerse o aumentar demasiado poco su valor.

Se puede apreciar finalmente que, a partir de la ecuación encontrada gracias a la regresión lineal múltiple, se obtienen unos valores constantes que acompañan las variables independientes, a dichas constantes se le llamarán multiplicadores genéricos basados en la macroeconomía del país.

Como se verá a continuación, en la aplicación del modelo, la fórmula (1) se usa para corregir el valor de venta base calculado por la empresa que desarrolla el proyecto inmobiliario. Para ello se toman los últimos indicadores dados por el DANE y se aplican a la fórmula hallada.

### **7.3 Aplicación del modelo**

Para aplicar el modelo se siguen los siguientes pasos:

#### **1) Hallar el Precio promedio m<sup>2</sup> vivienda base a través de la prefactibilidad financiera elaborada para el proyecto.**

Además de las utilidades que garantizan TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento) esperada por los inversionistas, este valor tiene implícito las variables particulares que definen el proyecto: Estrato (valor del lote), Diseño (calidad del diseño arquitectónico, y acabados), tipo de construcción (aporticado o de muros portantes), instalaciones especiales, etc.

**2) Hallar IPVN proyectado para el siguiente trimestre, reemplazando los últimos valores de los indicadores (PIB Nal, TRM, Interés Crédito hipotecario - ICH e ICCV) en la fórmula (1).** Al reemplazar los valores del último período, en la ecuación hallada encontramos el valor para el primer trimestre del 2021 para el IPVN=148.21, observando la variación con respecto al trimestre anterior es igual a 2.47%.

**3) Hallar el Precio promedio m2 vivienda para el trimestre siguiente, o futuro (PVV tf).**

Teniendo un valor base de venta del metro cuadrado de vivienda nueva en el proyecto y la variación en el IPVN, se tiene un valor de venta corregido, así:

→  $\text{Precio promedio m2 vivienda trimestre futuro} = \text{Precio promedio m2 vivienda base} * (\text{IPVN trimestre anterior} / \text{IPVN Proyectado})$

→  $\text{PVV tf} = \text{PVV Base} * (\text{IPVN ta} / \text{IPVN p})$  (2)

**Ejemplo:** En la siguiente tabla se muestra el cálculo aplicado para un valor base de venta del metro cuadrado de vivienda nueva de \$4.183.333 (*Precio promedio m2 vivienda base*)

**Tabla 8**

*Cálculo de precio promedio de m2 de proyecto de vivienda nueva.*

DATOS HISTÓRICOS							
Año	Trimestre	PIB NAL	TRM	ICH	ICCV	IPVN	Precio m2 vivienda
2020	IV	281.419,40	3432,50	0,095	257,04	144,64	\$4.183.333
$\text{IPVN} = -82,4094 + 0.000143065 * \text{PIB NAL} + 0.0040508 * \text{TRM} - 79.847 * \text{ICH} + 0.715987 * \text{ICCV}$						148,21	\$4.286.530

- 
- Precio promedio m2 vivienda trimestre futuro = Precio promedio m2 vivienda base \* (IPVN trimestre anterior / IPVN Proyectado)
  - $PVV_{tf} = PVV_{ta} * (IPVN_{ta} / IPVN_p)$
  - $\$4.183.333 * (144,64 / 148,21) = \$4.286.530$

Este cálculo se debe realizar de manera trimestral, una vez el DANE arroje los valores del último período, de manera que se vuelva a corregir el valor de venta para el periodo o trimestre siguiente. Es decir que el Precio promedio m2 vivienda trimestre futuro, hallado en esta ocasión, será el precio promedio m2 vivienda base para el cálculo que se realizará el próximo trimestre.

Al usar este valor en el modelo matemático de factibilidad financiera se encuentra un nuevo valor de venta del m2 con el que se debe llegar a la meta de ventas proyectada en el estado de resultados integral de la prefactibilidad del proyecto.

El resultado de este modelo cambiará dependiendo del detalle que se tenga en valores históricos. Para este caso se trabaja con valores históricos trimestrales desde el primer trimestre de 2004 hasta el primer trimestre del 2021 (que es la muestra más amplia que se puede encontrar para todos los valores). A partir de la ecuación encontrada con dichos datos, se puede encontrar el valor de la variable dependientes (IPVN) para el segundo semestre del 2021 y la variación que tendrá será la variación para aplicar al precio de venta del metro cuadrado en el proyecto. También, por practicidad se puede realizar dicho ejercicio para períodos más grandes como semestres o años; sin embargo, se debe tener en cuenta que se puede perder información ya que dichos valores no serán tan detallados, y la regresión múltiple perderá nivel de precisión.

## 8. Riesgo modelo

Al establecer el valor promedio de venta en función de variables macroeconómicas a través de un modelo, se presenta el **Riesgo modelo**, debido a que los modelos son en esencia una simplificación de la realidad. Esto exige una atenta vigilancia y validación. Por esto, se busca obtener datos confiables para la alimentación del modelo y en un futuro mejorar el tipo de cálculo que realiza.

En este caso la mayor muestra que se puede obtener es la que el DANE brinda de manera trimestral, y que para todos los indicadores evaluados se encuentran desde 2005 hasta último trimestre de 2020. Esta muestra nos da un valor confiable, sin embargo, con el pasar del tiempo y, en efecto, la ampliación de la muestra de datos, el modelo ganará mayor precisión.

A continuación, se analiza el impacto y la probabilidad, tomando como referente el proyecto evaluado y su ERI:

**Tabla 9**

*Estado de Resultados Integral de proyecto evaluado.*

### ESTADO DE RESULTADOS INTEGRAL DEL PROYECTO

Ventas	\$ 47.788.486.827	100%
Lote	-\$ 5.387.622.834	-11,27%
Obligaciones Urbanísticas	-\$ 200.000.000	-0,42%
Costo directo y Urbanismo	-\$ 27.033.524.804	-56,57%
Otros Honorarios	-\$ 861.202.138	-1,80%
IVA Honorarios	-\$ 163.628.406	-0,34%
Honorarios + IVA	-\$ 6.496.612.286	-13,59%

Indirectos	-\$ 4.317.425.130	-9,03%
<b>Utilidad Operacional</b>	<b>\$ 4.353.301.773</b>	<b>9,11%</b>
Intereses	-\$ 2.057.896.680	-4,31%
Intereses Fiducia	\$ 23.558.306	0,05%
Financieros	-\$ 2.034.338.374	-4,26%
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>\$ 2.318.963.399</b>	<b>4,85%</b>
<b>Utilidad antes de impuestos + Honorarios</b>	<b>\$ 7.790.745.141</b>	<b>16,30%</b>

La UAI (Utilidad antes de impuestos) + Honorarios es lo que comúnmente se denomina la “Bolsa” en los proyectos de construcción.

- **Criterios para establecer escala de impacto:**

Las escalas de impacto para Valoración no financiera por lo general se miden en un impacto bajo, moderado y prioritario siendo este último el más peligroso y el que se debe evitar

- **Criterios para establecer escala de probabilidad:**

Para tener un modelo más acertado, se necesitan más datos históricos para poder hacer una regresión lineal múltiple y buscar la relación entre variables dependientes e independiente.

Según lo anterior se debe entonces investigar o pagar a una empresa que tenga una base de datos históricos de las variables macroeconómicas de manera detallada (trimestral).

La probabilidad de tener pocos datos es mayor al 50% (datos encontrados son desde el 2005), pagando a una empresa para conseguir más datos históricos confiables es posible tener más datos, por lo que la probabilidad de pocos datos baja en rangos entre el 0.1 y el 0.5 y si los datos de calidad y con históricos de más de 100 años, la probabilidad de no tener datos será menos al 10%.

- **Matriz de probabilidad e impacto y tolerancia definidas por los interesados (mapas de calor).**

En consecuencia, por establecido en los puntos anteriores, se define las siguiente Matriz de probabilidad de impacto y tolerancia:

**Tabla 10**

*Matriz de probabilidad de impacto y tolerancia de proyecto evaluado.*

		Valoración NO financiera		
Escala de probabilidad		<i>Riesgo modelo (no tener la información suficiente para alimentar el modelo)</i>		
>0,5				
0,1-0,50				
0,1 <				
Escala de impacto		<i>bajo</i>	<i>moderado</i>	<i>prioritario</i>
		imprecisión del modelo para la correccion del precio de venta		

Con la muestra de datos trimestrales tomados del DANE desde 2005 hasta último trimestre de 2020, se puede tomar una probabilidad de 0,01. Esta muestra nos da un riesgo Bajo, es decir que el modelo tiene un nivel de confianza alto.

## 9. Conclusiones

Las siguientes son las conclusiones más relevantes del presente trabajo:

- Se ha realizado un análisis de regresión lineal simple y regresión múltiple, el cual mostró que las variables macroeconómicas que evidencian una alta correlación respecto al IPVN (Índice de costos de la construcción de vivienda nueva) son: PIB Nacional, ICH (Interés de crédito hipotecario), ICCV (Índice de costos de la construcción de vivienda), y el IPC (Índices de precios al consumidor), por lo cual son las variables más representativas en la definición del precio de vivienda nueva, por lo que son las variables que definen el modelo matemático planteado.
- La mayor muestra de datos históricos trimestrales que se puede obtener para los indicadores macroeconómicos es la que el DANE brinda. La muestra completa que se encuentra en el momento de la búsqueda va desde 2005 hasta último trimestre de 2020. Este grupo de datos nos da un valor confiable, sin embargo, con el pasar del tiempo, el DANE irá generando nuevos datos con los cuales podrá ampliarse la muestra, de manera que el modelo pueda ganar mayor precisión.
- Por precisión se recomienda usar el método de manera trimestral, sin embargo, puede ser aplicado de manera semestral o anual.
- Este modelo corrige el precio promedio de venta del metro cuadrado de vivienda (PVV) con base en los indicadores macroeconómicos y sirve de herramienta alternativa al análisis de precios de la competencia que tradicionalmente se usa de manera subjetiva, llevando a un cálculo más preciso y consecuente con el entorno económico del país.
- Este modelo brinda la posibilidad de seguirse mejorando en futuros trabajos de investigación, a nivel de maestrías y doctorados; pues brinda una entrada a la

definición de herramientas que permitan definir el precio de venta desde un punto de vista cuantitativo y no subjetivo.

## Referencias

- Banco de la República (13 de octubre de 2020). *Boletín de indicadores económicos. Información recopilada y calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República. 13 de octubre de 2020*. Recuperado el 05 de febrero de 2021 de: <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/bie.pdf>
- Banco de la República (s.f.). *Producto interno bruto (PIB)*. Recuperado el 05 de febrero de 2021 de: <https://www.banrep.gov.co/es/glosario/producto-interno-bruto-pib>
- Camacol (2008). Determinantes de la actividad edificadora en Colombia. Informe Económico 11. Recuperado el 22 de mayo de 2021 de: <https://docplayer.es/3802794-El-sector-de-la-construccion-en-colombia-hechos-estilizados-y-principales-determinantes-del-nivel-de-actividad.html>
- Cárdenas Hurtado, C. & Hernández Montes, M. (junio de 2018). *Recuadro 1. Una descomposición histórica del índice de confianza del consumidor en Colombia*. Recuperado el 09 de marzo de 2021 de: [https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9381/recuadro1\\_informe\\_sobre\\_inflacion\\_junio\\_2018.pdf?sequence=10&isAllowed=y](https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9381/recuadro1_informe_sobre_inflacion_junio_2018.pdf?sequence=10&isAllowed=y)
- Corficolombiana (10 de octubre de 2019). *Informe sectorial de edificaciones. Más tarde que temprano*. Recuperado el 20 de enero de 2021 de: <https://investigaciones.corficolombiana.com/documents/38211/0/IS10102019.pdf/08181452-b0ac-e169-60b8-48f5097f6b96>
- DANE (21 de febrero de 2020). *Boletín Técnico Índice de precios de la vivienda nueva (IPVN) IV Trimestre 2019*. Recuperado el 11 de enero de 2021 de: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipvn/bol\\_IPVN\\_IVtrim19.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipvn/bol_IPVN_IVtrim19.pdf)
- DANE (14 de agosto de 2020). *Producto Interno Bruto -PIB- nacional trimestral Históricos. Información actualizada el 14 de agosto de 2020* [Fichero de datos]. Recuperado el 12 de enero de 2021 de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>
- DANE (18 de noviembre de 2020). *Boletín Técnico Vivienda Vis y No Vis III trimestre de 2020*. Recuperado el 08 de mayo de 2021 de: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/vis/bol\\_vis\\_IIItrim2020.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/vis/bol_vis_IIItrim2020.pdf)
- DANE (abril, 2021). *Boletín Técnico Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICCV) Abril 2021*. Recuperado el 18 de mayo de 2021 de: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/iccv/bol\\_iccv\\_abr21.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/iccv/bol_iccv_abr21.pdf)

- DANE (s.f.). *Estadísticas por tema* [Fichero de datos]. Recuperado el 04 de febrero de 2021 de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>
- Dalia, E., Rodríguez, C., & Cárdenas, M. V. (2016). Efectos de la variación del precio del dólar en el sector de la construcción en Medellín, 2012 - 2016. *En-Contexto*, 57(7), 127–153.
- Davivienda (s.f.). *El libro 2021 Colombia, frente al reto de la transformación*. Recuperado el 19 de mayo de 2021 de: <https://libro.daviviendacorredores.com/col-retoma-su-rumbo.html#null>
- De Jorge Moreno, J., López Robayo, O., & Díaz Castro, J. (2014). Productividad, eficiencia y sus factores explicativos en el sector de la construcción en Colombia 2005-2010. *Cuadernos de Economía*, 33(63), 569-588. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v33n63.45347>
- Fedesarrollo (s.f.). *Índice de Confianza del Consumidor agregado y por componentes*. [Fichero de datos]. Recuperado el 23 de mayo de 2021 de: [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/4113/EOC\\_Abril\\_2021\\_Hist%  
c3%  
b3rico.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/4113/EOC_Abril_2021_Hist%c3%b3rico.pdf?sequence=3&isAllowed=y)  
<https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/4113>
- Fedesarrollo (mayo, 2021). *Encuesta de Opinión del Consumidor (EOC). Mayo de 2021*. Recuperado el 23 de mayo de 2021 de: <https://www.fedesarrollo.org.co/es/encuestas/consumidor-eoc>
- Fourastié, Jean (1954). *La gran esperanza del siglo XX*. Luis Miracle. Editor. Barcelona.
- Secretaría del Hábitat de Bogotá UAESP (s.f.). *Análisis económico del sector*. Recuperado el 16 de febrero de 2021 de: [https://community.secop.gov.co/Public/Archive/RetrieveFile/Index?DocumentId=7066597  
2](https://community.secop.gov.co/Public/Archive/RetrieveFile/Index?DocumentId=70665972)
- SENA & CAMACOL (s.f.). *Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*. Recuperado el 20 de enero de 2021 de: <https://camacol.co/sites/default/files/documentos/Proyecto%20Investigativo%20del%20Sector%20de%20la%20Construccion.pdf>
- Ríos-Ocampo, J., & Olaya, Y. (2017). Sustainability of the domestic consumption of construction materials in Colombia, 1990-2013. *Lecturas de Economía*, (86), 127–151. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n86a05>

Ministerio de Vivienda de Colombia (s.f.). *#SueñosCumplidos* [200 mil subsidios para vivienda nueva VIS y No VIS]. Recuperado el 09 de marzo de 2021 de:  
<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/suenoscumplidos>

Ministerio de Vivienda de Colombia (04 de junio de 2021). *Ventas de vivienda nueva (Miles de Unidades)*. Recuperado el 04 de junio de 2021 de: <https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/pesar-de-los-bloqueos-el-de-2021-es-el-mejor-mayo-en-compra-de-vivienda-de-la-historia>

Salazar Natalia, Steiner. R., Becerra. A., Ramírez. J. (2013). Los efectos del precio del suelo sobre el precio de la vivienda para Colombia, Ensayos sobre Política Económica. ISSN 0120-4483, [https://doi.org/10.1016/S0120-4483\(13\)70029-0](https://doi.org/10.1016/S0120-4483(13)70029-0)  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120448313700290>)

Gutiérrez Andrade, Osvaldo, & Zurita Moreno, Andrea (2006). *Sobre la inflación*. PERSPECTIVAS, 9(3),81-115. ISSN: 1994-3733. Recuperado el 04 de junio de 2021 de:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425942413004>

## Anexos

### Resultados de la regresión múltiple

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,99657257
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,9931569
R <sup>2</sup> ajustado	0,99269296
Error típico	2,88154244
Observaciones	64

### ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media Cuadrado</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	4	71099,5282	17774,882	2140,70433	4,182E-63
Residuos	59	489,893922	8,30328682		
Total	63	71589,4221			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-82,4093984	10,0442838	-8,20460674	2,4687E-11	-102,507964	-62,310833	-102,507964	-62,310833
PIB NAL	0,00014307	2,999E-05	4,77038442	1,2481E-05	8,3055E-05	0,00020308	8,3055E-05	0,00020308
TRM	0,0040508	0,0010443	3,87895411	0,00026667	0,00196115	0,00614044	0,00196115	0,00614044
ICH	-79,8469782	33,950586	-2,35185862	0,02203743	-147,781944	-11,9120125	-147,781944	-11,9120125
ICCV	0,71598741	0,06111485	11,7154412	4,9143E-17	0,59369688	0,83827794	0,59369688	0,83827794

### Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico IPVN</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos estándares</i>
1	31,6436046	5,24639543	1,88139623
2	33,085357	4,90464298	1,75884127
3	33,2814231	5,41857686	1,94314177
4	34,3968147	4,76318532	1,70811351
5	37,6884659	2,31153415	0,82893325
6	43,3262331	-2,80623315	-1,00633598
7	46,4950015	-5,10500148	-1,83069131
8	46,890359	-4,61035903	-1,65330887
9	48,5546304	-4,99463038	-1,79111142
10	47,7266414	-1,9566414	-0,70166609
11	49,2489683	-1,57896833	-0,56622973
12	51,1814031	-0,79140306	-0,28380299
13	53,586604	-2,20660399	-0,79130452
14	56,4153894	-3,9453894	-1,41484584
15	59,160754	-4,92075398	-1,7646188
16	58,9545754	-2,33457536	-0,837196

### Resultados de datos de probabilidad

<i>Percentil</i>	<i>IPVN</i>
0,78125	36,89
2,34375	37,99
3,90625	38,7
5,46875	39,16
7,03125	40
8,59375	40,52
10,15625	41,39
11,71875	42,28
13,28125	43,56
14,84375	45,77
16,40625	47,67
17,96875	50,39
19,53125	51,38
21,09375	52,47
22,65625	54,24
24,21875	56,62

17	60,4817414	-1,79174138	-0,64253172	25,78125	58,69
18	59,5020464	0,11795356	0,04229902	27,34375	59,62
19	59,6902258	0,80977416	0,29039101	28,90625	60,5
20	60,3564754	1,12352459	0,40290423	30,46875	61,48
21	60,6041857	1,27581428	0,45751644	32,03125	61,88
22	63,177368	0,12263198	0,04397674	33,59375	63,3
23	62,8265155	1,67348449	0,60012393	35,15625	64,5
24	64,7181957	1,8618043	0,6676568	36,71875	66,58
25	67,933314	-0,32331398	-0,11594279	38,28125	67,61
26	70,7782957	-1,27829569	-0,4584063	39,84375	69,5
27	73,5082134	-2,60821343	-0,93532464	41,40625	70,9
28	76,637333	-4,02733299	-1,44423142	42,96875	72,61
29	77,0450047	-2,85500468	-1,02382581	44,53125	74,19
30	77,9505167	-1,84051674	-0,66002292	46,09375	76,11
31	78,8537572	-0,08375717	-0,03003594	47,65625	78,77
32	80,7425008	-0,13250081	-0,04751577	49,21875	80,61
33	82,2881956	0,3118044	0,11181537	50,78125	82,6
34	85,1409582	-0,08095822	-0,02903222	52,34375	85,06
35	86,8466846	1,35331537	0,48530891	53,90625	88,2
36	88,690679	1,169321	0,41932716	55,46875	89,86
37	89,2156412	2,13435881	0,76539687	57,03125	91,35
38	89,4175294	6,12247056	2,19556326	58,59375	95,54
39	91,4782925	5,53170754	1,98371127	60,15625	97,01
40	94,7183649	3,44163506	1,23419581	61,71875	98,16
41	96,9137555	3,08624447	1,10675011	63,28125	100
42	98,849338	3,52066199	1,26253545	64,84375	102,37
43	105,12205	-1,35205005	-0,48485516	66,40625	103,77
44	107,347312	-2,05731192	-0,73776728	67,96875	105,29
45	108,251889	-1,36188935	-0,4883836	69,53125	106,89
46	109,230124	0,12987556	0,04657434	71,09375	109,36
47	110,832672	0,96732825	0,34689107	72,65625	111,8
48	112,940689	1,27931055	0,45877023	74,21875	114,22
49	116,017347	-0,22734691	-0,08152828	75,78125	115,79
50	117,340644	0,54935599	0,19700312	77,34375	117,89
51	120,254059	-0,9540587	-0,34213251	78,90625	119,3
52	123,841392	-2,09139167	-0,74998853	80,46875	121,75
53	123,755804	-0,91580353	-0,32841392	82,03125	122,84
54	125,911479	-0,49147931	-0,17624812	83,59375	125,42
55	128,578479	-0,30847943	-0,11062301	85,15625	128,27
56	131,977714	-0,98771428	-0,35420165	86,71875	130,99
57	132,070987	0,72901315	0,26142951	88,28125	132,8
58	133,69699	2,13300998	0,76491316	89,84375	135,83

59	137,926961	-0,48696086	-0,17462777	91,40625	137,44
60	140,082838	-1,5628379	-0,56044524	92,96875	138,52
61	142,892624	-2,40262374	-0,86159866	94,53125	140,49
62	136,363441	5,97655893	2,14323827	96,09375	142,34
63	142,934968	1,32503205	0,4751663	97,65625	144,26
64	148,208183	-3,91818345	-1,40508958	99,21875	144,29

Fórmula hallada:

$$IPVN = -82.4094 + 0.000143065 * PIB\ NAL + 0.0040508 * TRM - 79.847 * ICH + 0.715987 * ICCV \quad (1)$$