

Identificación de cambios estructurales en la economía colombiana

Saray Lizeth Rueda Rojas

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniera Industrial

Director: Juan Benjamín Duarte Duarte

PhD en Finanzas de Empresa

Codirector: Silvia Juliana Vargas Ayala

MsC(c) en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2022

Agradezco a Dios y a mi familia por el cariño, a la Universidad Industrial de Santander y a mis docentes por brindarme una educación de calidad y aportarme en el crecimiento profesional, así mismo, un agradecimiento especial al profesor Juan B y a Silvia por su apoyo y acompañamiento en la elaboración de este proyecto.

Tabla de contenido

Introducción	12
1. Objetivos.....	14
1.1. Objetivo general.....	14
1.2. Objetivos específicos	14
2. Planteamiento del problema.....	14
3. Marco teórico.....	16
3.1. Crecimiento económico.....	16
3.2. Modelos autorregresivos.....	17
3.3. Pruebas de estabilidad de los parámetros	17
3.3.1. Prueba de Chow.	17
3.3.2. Modelo de estimación de Bai y Perrón.	18
3.3.3. Test CUSUM.....	19
3.3.4. Prueba SupF, AveF y ExpF.....	19
3.4. Código CIU.	20
4. Metodología.....	20
4.1. Metodología de la investigación	20
4.1.1. Fase 1. Revisión de la literatura y análisis bibliométrico	21
4.1.2. Fase 2. Recolección de datos.	21
4.1.3. Fase 3. Identificación de cambios estructurales en la economía colombiana.	21
4.1.4. Fase 4. Elaboración de artículo publicable.	22
4.2. Validación de la metodología	22
5. Revisión de literatura.....	23
5.1. Análisis bibliométrico.....	23
5.2. Análisis de la literatura	28
6. Datos	35
7. Resultados.....	37
7.1. Análisis descriptivo.....	37
7.1.1. PIB.....	38
7.1.1.1. Antioquia.	38
7.1.1.2. Atlántico.	39

7.1.1.3. Bogotá.....	41
7.1.1.4. Santander.	42
7.1.1.5. Valle del Cauca.....	44
7.1.2. Población ocupada.....	45
7.1.2.1. Medellín.....	45
7.1.2.2. Barranquilla.	47
7.1.2.3. Bogotá.....	48
7.1.2.4. Bucaramanga.	50
7.1.2.5. Cali.....	52
7.1.3. Educación Superior.....	53
7.1.3.1. Medellín.....	53
7.1.3.2. Barranquilla.	55
7.1.3.3. Bogotá.....	57
7.1.3.4. Bucaramanga.	59
7.1.3.5. Cali.....	61
7.2. Análisis econométrico.....	63
7.2.1. Modelo econométrico.....	63
7.2.1.1. PIB.....	63
7.2.1.2. Población Ocupada.....	65
7.2.1.3. Educación Superior.	67
7.2.2. Pruebas de estabilidad de los parámetros.....	68
7.2.2.1. PIB.....	68
7.2.2.1.1. Análisis de causas.	72
7.2.2.2. Población Ocupada.	75
7.2.2.2.1. Análisis de causas.	78
7.2.2.3. Educación Superior.....	81
7.2.2.3.1. Análisis de causas.	84
Conclusiones.....	85
Recomendaciones.....	87
Referencias bibliográficas.....	88

Lista de tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos del proyecto	13
Tabla 2. Disponibilidad de datos.....	36
Tabla 3. Resultados correlograma para la serie de PIB	64
Tabla 4 Rezagos significativos en modelo de regresión para la serie de PIB.....	64
Tabla 5 Resultados correlograma para la serie de Población Ocupada.....	65
Tabla 6 Rezagos significativos en modelo de regresión para la serie de Población ocupada.....	66
Tabla 7 Resultados correlograma para la serie de Educación Superior.....	67
Tabla 8 Rezagos significativos en modelo de regresión para la serie de Educación Superior.....	67
Tabla 9 Resultados prueba SupF para PIB.....	69
Tabla 10 Resultados prueba de Bai y Perrón para PIB.....	70
Tabla 11 Resultados test de Chow para PIB.....	71
Tabla 12 Resultados prueba SupF para Población ocupada.....	76
Tabla 13 Resultados prueba de Bai y Perrón para Población Ocupada.....	76
Tabla 14 Resultados test de Chow para Población Ocupada.....	77
Tabla 15 Resultados prueba SupF para Educación.....	82
Tabla 16 Resultados prueba de Bai y Perrón para Educación.....	82
Tabla 17 Resultados test de Chow para Educación Superior.....	83

Lista de figuras

Figura 1 Metodología	21
Figura 2 Cantidad de Artículos Publicados por año.	24
Figura 3 Fuentes más relevantes	24
Figura 4 Clasificación de las Fuentes por Categoría del SJR	25
Figura 5 Documentos más Citados	25
Figura 6 Red Histórica de Citación Directa	26
Figura 7 Producción Científica por País	26
Figura 8 Temáticas de tendencia por año	27
Figura 9 Principales metodologías empleadas	27
Figura 10 PIB de Antioquia	38
Figura 11 Logaritmos del PIB de Antioquia desagregados por sector económico.....	39
Figura 12 PIB de Atlántico	40
Figura 13 Logaritmos del PIB de Atlántico desagregados por sector económico.....	40
Figura 14 PIB de Bogotá.....	41
Figura 15 Logaritmos del PIB de Bogotá desagregados por sector económico	42
Figura 16 PIB de Santander	43
Figura 17 Logaritmos PIB de Santander desagregados por sector económico	43
Figura 18 PIB de Valle del Cauca	44
Figura 19 Logaritmos PIB del Valle del Cauca desagregados por sector económico	44
Figura 20 Población ocupada de Medellín	46
Figura 21 Logaritmo de población ocupada de Medellín desagregados por sector económico ...	46
Figura 22 Población ocupada de Barranquilla	47
Figura 23 Logaritmo de población ocupada de Barranquilla desagregados por sector económico	48
Figura 24 Población ocupada de Bogotá	49
Figura 25 Logaritmos de población ocupada de Bogotá desagregados por sector económico	49
Figura 26 Población ocupada de Bucaramanga	50
Figura 27 Logaritmos población ocupada de Bucaramanga desagregados por sector económico	51
Figura 28 Población ocupada Cali	52
Figura 29 Logaritmos de población ocupada Cali desagregados por sector económico	53

Figura 30 Graduados de ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Medellín. ...	54
Figura 31 Graduados según tipo de Universidad para Medellín	54
Figura 32 Logaritmos de graduados de Educación Superior de Medellín.....	55
Figura 33 Graduados de ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Barranquilla	56
Figura 34 Graduados según tipo de Universidad para Barranquilla	56
Figura 35 Logaritmos de graduados de Educación Superior Barranquilla	57
Figura 36 Graduados de ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Bogotá	58
Figura 37 Graduados según tipo de Universidad para Bogotá.....	58
Figura 38 Logaritmos de graduados de Educación Superior Bogotá	59
Figura 39 Graduados ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Bucaramanga .	60
Figura 40 Graduados según tipo de Universidad para Bucaramanga	60
Figura 41 Logaritmos de graduados de Educación Superior Bucaramanga	61
Figura 42 Graduados de ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Cali	62
Figura 43 Graduados según tipo de Universidad para Cali	62
Figura 44 Logaritmos de graduados de Educación Superior Cali.....	63

Lista de Apéndices

(Los apéndices se encuentran en la carpeta adjunta)

Apéndice A. Correlogramas de las series de tiempo.

Apéndice B. Verificación de supuestos.

Apéndice C. Código de RStudio

Apéndice D. Artículo publicable.

Lista de Abreviaturas

TOTAL: Cantidad graduados de todos los programas de ingeniería

INDUSTRIAL: Cantidad graduados de ingeniería industrial

U.PRIVADA: Cantidad graduados de ingeniería industrial en universidades privadas

U.PÚBLICA: Cantidad graduados de ingeniería industrial en universidades públicas

OCU: Población ocupada

AGR: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

MINAS: Explotación de minas y canteras.

MANF: Industrias manufactureras.

CONST: Construcción.

ELECT: Suministro de electricidad, gas, vapor y agua

COM: Comercio, reparación, transporte y alojamiento

ACT.FIN: Actividades financieras, inmobiliarias, empresariales y comunicaciones

ADM.PUB: Administración pública, educación y salud, actividades artísticas y de entretenimiento, actividades de los hogares individuales.

Resumen

Título: Identificación de cambios estructurales en la economía colombiana.*

Autor: Saray Lizeth Rueda Rojas**

Palabras clave: Cambios estructurales, actividad económica, Colombia, PIB, población ocupada.

Descripción:

El crecimiento económico colombiano ha estado influenciado por diferentes sectores a lo largo de los años. Según las cifras, se ha evidenciado un decrecimiento en el aporte al valor agregado del país por parte de los sectores primarios, mientras que cada año el sector de servicios incrementa su porcentaje y, a su vez, la generación de empleos y recursos.

Lo anterior refleja que las series de tiempo financieras y económicas son dinámicas y presentan variaciones en su comportamiento que pueden ocasionar cambios estructurales en la serie, que en caso de no ser identificados pueden interferir en modelos de predicción y llevar a conclusiones incorrectas.

El presente trabajo se enfoca en determinar las fechas de rupturas estructurales en las principales ciudades de Colombia, haciendo uso de series de tiempo del producto interno bruto, población ocupada por ramas de actividad y cantidad de graduados de ingeniería e ingeniería industrial para el periodo comprendido entre el año 2001 y 2020, por medio de una metodología de cambios estructurales utilizando diferentes pruebas de estabilidad de los parámetros. Finalmente, se encuentran múltiples puntos de cambio para las series, concluyendo así los efectos en el PIB no generan rupturas para las series de ocupación inmediatamente, sino en general dos años después, donde además, la mayoría de los cambios estructurales generados en el país podrían estar asociados a reformas tributarias, laborales, implementación de estrategias departamentales y, en menor medida, a fenómenos naturales.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa de Ingeniería Industrial. Director: Juan Benjamín Duarte Duarte. Codirector: Silvia Juliana Vargas Ayala.

Abstract

Title: Identification of structural changes in the Colombian economy*

Authors: Saray Lizeth Rueda Rojas**

Keywords: Structural changes, economic activity, Colombia, GDP, employed population.

Description:

Colombian economic growth has been influenced by different sectors over the years. According to the figures, there has been a decrease in the contribution to the country's value added by the primary sectors, while each year the services sector increases its percentage and, in turn, the generation of jobs and resources.

This reflects the fact that financial and economic time series are dynamic and present variations in their behavior that can cause structural changes in the series, which if not identified can interfere in prediction models and lead to incorrect conclusions.

This paper focuses on determining the dates of structural breaks in the main cities of Colombia, making use of time series of gross domestic product, population employed by branches of activity and number of engineering and industrial engineering graduates for the period between 2001 and 2020, by means of a methodology of structural changes using different stability tests of the parameters. Finally, multiple change points are found for the series, thus concluding that the effects on GDP do not generate breaks for the occupation series immediately, but in general two years later, where in addition, most of the structural changes generated in the country could be associated to tax and labor reforms, implementation of departmental strategies and, to a lesser extent, to natural phenomena.

* Bachelor thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa de Ingeniería Industrial. Director: Juan Benjamín Duarte Duarte. Codirector: Silvia Juliana Vargas Ayala.

Introducción

La economía colombiana, según las cifras entregadas por el DANE para el segundo trimestre del año 2021, se encuentra impulsada principalmente por los sectores de comercio, transporte, alojamiento y servicios de comida; industrias manufactureras; y actividades artísticas, de entretenimiento y recreación, con un aporte del 17,6% al producto interno bruto del país (Portafolio, 2021); sin embargo, a lo largo de los años el crecimiento económico ha estado influenciado por diferentes sectores, para el año 1970 el PIB estaba representado por el sector primario e industrial con un 48%, mientras que para el año 2012, la participación de estos sectores disminuyó y las actividades financieras y de servicios sociales lograron aportar un 39% (Pérez, 2016). Situación similar se presenta en el mercado laboral, donde se pueden aproximar las participaciones por sector debido a su relación positiva con el crecimiento de la economía, donde por cada dos puntos porcentuales de este, el empleo crece en uno por ciento (Gracia y Urdinola, 2000).

En la actualidad, distintos autores han enfocado sus investigaciones a analizar la evolución del crecimiento económico, el mercado laboral sectorial, entre otras variables macroeconómicas, pero considerando que las series de tiempo financieras y económicas son dinámicas, es probable que se presenten variaciones en su comportamiento (Turtle y Zangh, 2014), por lo que en las últimas dos décadas comienza a tomar relevancia la identificación de puntos de cambio y las causas de estos, como se evidencia en los trabajos realizados por Melo y Misas (2004), Galindo y Cordera (2005), Chávez, et al. (2011), Vázquez (2018), Morales(2019) y Troya (2020).

Si bien el tema de investigación ha sido abordado en Colombia para las variables mencionadas anteriormente, no se evidencian estudios econométricos que analicen las series de tiempo a nivel departamental y sectorial, ni que consideren la posible relación que puede existir entre las cifras de graduados en ingeniería con la situación económica del país y la transición histórica entre los sectores económicos, por lo que el presente trabajo de investigación busca identificar empíricamente los cambios estructurales en las principales ciudades de Colombia, haciendo uso de series de tiempo del producto interno bruto, población ocupada por ramas de actividad y cantidad de graduados de ingeniería e ingeniería industrial para el periodo comprendido entre el año 2001 y 2020; esto con el fin de proporcionar información que permita analizar el crecimiento económico del país y la evolución por sectores económicos.

Este documento está estructurado en los siguientes apartados: en el primer capítulo se definen los objetivos del proyecto, luego, en el segundo capítulo, se describe el planteamiento del problema; en el tercero, se encuentra el marco referencial, comprendido por el marco de antecedentes y el marco teórico de la presente investigación; posteriormente, la metodología se desarrolla en el cuarto capítulo y seguido a esto la revisión de literatura, mientras que lo relacionado con los datos y los resultados obtenidos se exhibe en el capítulo seis y siete, respectivamente y, finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

A continuación, en la Tabla 1, se relacionan los objetivos planteados para el presente trabajo y el capítulo respectivo en el que se le da cumplimiento a cada uno de estos.

Tabla 1

Cumplimiento de objetivos del proyecto

Objetivos específicos	Cumplimiento
Realizar una revisión de literatura sobre el tema de cambios estructurales y crecimiento económico, que permita identificar metodologías y resultados que sirvan como referencia para la presente investigación.	Capítulo 5
Obtener las series de datos del producto interno bruto en precios corrientes y la población ocupada, totales y por actividad económica (sectores), de las principales ciudades de Colombia.	Capítulo 6
Determinar los cambios estructurales del producto interno bruto y población ocupada, totales y por actividad económica, en las principales ciudades de Colombia, aplicando la metodología seleccionada.	Capítulo 7
Elaborar un artículo de carácter publicable a partir de los resultados de la investigación.	Apéndice D

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Identificar cambios estructurales en la economía colombiana, haciendo uso de series de tiempo como PIB, población ocupada, entre otras, con el fin de determinar los posibles cambios en la relevancia de los diferentes sectores empresariales en las principales ciudades de Colombia.

1.2. Objetivos específicos

Realizar una revisión de literatura sobre el tema de cambios estructurales y crecimiento económico, que permita identificar metodologías y resultados que sirvan como referencia para la presente investigación.

Obtener las series de datos del producto interno bruto en precios corrientes y la población ocupada, totales y por actividad económica (sectores), de las principales ciudades de Colombia.

Determinar los cambios estructurales del producto interno bruto y población ocupada, totales y por actividad económica, en las principales ciudades de Colombia, aplicando la metodología seleccionada.

Elaborar un artículo de carácter publicable a partir de los resultados de la investigación.

2. Planteamiento del problema

El crecimiento económico ha sido de gran interés para las investigaciones realizadas durante los últimos años, donde gran parte de los aportes científicos han estado enfocados a realizar análisis del producto interno bruto por medio de modelos econométricos. Para el caso de Colombia, se evidencian estudios como el de Pontón y Posada (2001), donde se analizan las características del crecimiento económico en el siglo XX y, además, se identifica una relación entre el capital per cápita y el producto per cápita.

Por otra parte, en la teoría neoclásica se relaciona el crecimiento económico con la generación de empleos, por lo que el mercado laboral también se incluye en algunos estudios como variable determinante. Por ejemplo, Franco (2017) comprueba la relación positiva entre el aumento del PIB y la población ocupada, planteada por la Ley de Okun, considerando así que, si un sector económico comienza a crecer, a su vez la cantidad de trabajadores del sector aumentará, generando

un dinamismo y movimiento circular. Si bien estas dos variables son las más estudiadas para explicar el crecimiento económico de un país, es importante también añadir el impacto que tiene la educación sobre la economía, pues según Neira (2007) los países que han alcanzado mayores niveles de educación también han evidenciado un mayor desarrollo económico. Dichos estudios deben incluir también, según Cimoli, et al (2005), un análisis por sectores, ya que no todos tienen el mismo aumento de productividad ni generan la misma tasa de empleos, por lo que es interesante determinar el crecimiento y el aporte de cada uno a la economía.

De igual manera, en la literatura sobre crecimiento económico se evidencia que, en las últimas décadas, se han utilizado modelos econométricos con series de tiempo, las cuales son estudiadas con el fin de desarrollar modelos estadísticos que permitan recopilar información y explicar el comportamiento de una variable en el tiempo y a partir de información contenida en los datos realizar pronósticos (Sánchez 2008), pero frecuentemente las series de tiempo se ven afectadas por perturbaciones, que se presentan cuando hay modificaciones instantáneas o permanentes debido a eventos específicos (Hendry y Clements, 2001 y Rodríguez, 2002), como las ocasionadas por crisis socioeconómicas y políticas, por guerras o tratados internacionales. En econometría estas alteraciones que sufren los parámetros a lo largo de las observaciones se denominan cambio estructural (Poirier, 1991), y pueden ocasionar divisiones en las series, cada una con estimadores de regresión diferentes (MacKinnon, 1988).

Por lo que toma importancia la identificación de cambios estructurales, que a su vez permite determinar las variables exógenas que influyen en el modelo y que, si no son identificadas, pueden interferir en los resultados y llevar a conclusiones incorrectas o a interpretaciones erróneas de un modelo (Tsay, 1988 y Junttila, 2001). Según Sánchez et al. (2005), si se reconocen los cambios estructurales, el modelo formulado estará representando de forma adecuada la evolución en el tiempo de las variables, permitiendo conseguir pronósticos acertados y evitando inconsistencias o errores en los resultados, además, como afirman Anderson y Mizon (1989), el análisis de dichos cambios permite a los economistas e investigadores evaluar los modelos planteados, con el fin de identificar posibles mejoras que permitan ampliar la permanencia y rango del mismo.

Es así como algunos estudios utilizan la metodología de identificación de quiebres o cambios estructurales. Si bien el tema de investigación ha tomado relevancia en los últimos años,

al revisar la literatura no se encontró ningún estudio que analice en conjunto las series de PIB y empleo, desagregados por actividad económica, por lo que el presente trabajo busca identificar los posibles cambios estructurales de las series de tiempo anteriormente mencionadas para las principales ciudades de Colombia, a partir de los datos suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), con el fin de determinar la evolución de los sectores y su aporte a la economía en las ciudades objeto de estudio.

De igual manera, teniendo en cuenta que este proyecto se deriva del trabajo de investigación “Análisis de la evolución del mercado laboral de la ingeniería industrial en Colombia” de la candidata a magister en ingeniería industrial Silvia Juliana Vargas Ayala y busca aportar a sus resultados, se considera pertinente incluir como variable de análisis, representando a la educación, a la cantidad de graduados de educación superior, en específico de ingeniería e ingeniería industrial.

3. Marco teórico

En el presente capítulo se expone el marco teórico relacionado con el tema de investigación, mencionando así los principales conceptos requeridos para el desarrollo del presente trabajo.

3.1. Crecimiento económico

Según Feroso (1997), el crecimiento económico “es el aumento cuantitativo y cualitativo de las rentas reales de un país en un lapso de tiempo determinado” (p.123), dicho crecimiento puede ser analizado a través de indicadores socioeconómicos como son: El Producto Nacional Bruto (PNB), la renta nacional per cápita, el Producto Interno Bruto (PIB) y el consumo per cápita, donde se define que hay crecimiento cuando los bienes y servicios producidos por un país en un año determinado son superiores a los producidos en el año anterior (ONU, 2015).

Por otra parte, Feroso (1997) expone cuatro tipos de crecimiento económico, los cuales son: el simple, donde se añaden nuevas fuentes de producción, pero sin causar modificaciones en las empresas; la acumulación de capital, donde se invierte más y se produce un aumento empresarial; el cambio en la estructura y organización de la producción, pero manteniendo el mismo capital y la tecnología; y, por último, cuando se introduce una técnica nueva, donde el capital y la estructura no sufren alteraciones.

3.2. Modelos autorregresivos

En estadística, un modelo autorregresivo (AR) es aquel en el cual la variable de interés o de salida depende linealmente de sus anteriores observaciones (Córdoba, 2020). La notación AR(p) presenta un modelo autorregresivo de orden p, donde el modelo se define como:

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde ϕ_i son los parámetros del modelo, μ es una constante y ε_t es el ruido blanco, este último debe cumplir con los siguientes supuestos para la modelización a través de un modelo AR: la esperanza y autocovarianza de ε_t debe ser nula, además la varianza debe ser constante y con distribución normal.

3.3. Pruebas de estabilidad de los parámetros

En los modelos econométricos se asume que los estimadores permanecen estables a lo largo de la muestra, pero cuando el valor de estos cambia se dice que el modelo presenta un cambio estructural. A continuación, se presentan las pruebas más destacadas para la detección de cambios estructurales en series de tiempo.

3.3.1. Prueba de Chow.

La prueba estadística y econométrica propuesta por Chow (1960) considera un cambio estructural simple y consiste en dividir la muestra en dos o más submuestras, para luego comparar la suma de errores al cuadrado de la muestra completa con la suma de errores al cuadrado obtenidas de cada una de las submuestras como se aprecia en la ecuación (2).

$$F = \frac{\frac{RSSR - (USSR_1 + USSR_2)}{k}}{\frac{USSR_1 + USSR_2}{n - 2k}} \quad (2)$$

Donde, RSSR es la suma de errores al cuadrado de la regresión completa, $USSR_i$ es la suma de errores al cuadrado de cada una de las submuestras, k es el número de parámetros en la ecuación y n es el tamaño de la muestra, con la ecuación (2) para muestras pequeñas, se obtiene un F estadístico que tiene una distribución F con (k, n-2k) grados de libertad con el cual se contrastará la hipótesis de la no existencia de cambio estructural en la fecha dada (Chow, 1960). Esta prueba puede ser realizada a través de software estadísticos, como RStudio, considerando las siguientes hipótesis

Ho: No hay cambio estructural

H1: Hay cambio estructural

Si el valor del estadístico F es inferior a 0.05 se rechaza la Ho y se define que hay cambios estructurales, en este caso se procede a determinar la cantidad y la fecha aproximada de estos quiebres en las series de tiempo.

3.3.2. *Modelo de estimación de Bai y Perrón.*

Las pruebas realizadas por Bai y Perrón (1998) están enfocadas a la estimación de múltiples cambios estructurales en un modelo lineal, esto por medio del método de mínimos cuadrados, donde de forma secuencial se puede determinar el número de puntos de cambio. Posteriormente, enfocaron sus estudios a analizar la consistencia de las estimaciones de puntos de cambio, pruebas para cambios estructurales, intervalos de confianza para puntos de cambio, métodos para seleccionar el número de cambios y algoritmos eficientes para computar las estimaciones. (Bai y Perrón, 2003).

Bai y Perrón plantean un modelo múltiple con m número de cambios estructurales, como se evidencia a continuación:

$$Y_t = X_t' \beta + \bar{Z}_t' \delta_{m+1} + U_t \quad t = T_m + 1, \dots, T \quad (3)$$

Donde Y_t es la variable dependiente observada en el tiempo. X_t' es la matriz de coeficientes de la regresión. β y δ son los vectores de coeficientes y U_t es el término de error en el tiempo.

Considerando que los puntos de quiebre (T_1, \dots, T_m) son tratados como desconocidos y estimados junto con los coeficientes de las T observaciones. Este modelo utiliza las mismas hipótesis planteadas anteriormente en el test de Chow.

Suponiendo un quiebre estructural puro, donde toda la estructura cambia se tiene:

$$Y = \bar{Z} \delta + U \quad (4)$$

Los quiebres hallados son aquellos que cumplen con la siguiente condición:

$$(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m) = \arg \min_{T_1, \dots, T_m} S_T (T_1, \dots, T_m) \quad (5)$$

Donde $S_T (T_1, \dots, T_m)$ es la suma total de residuos al cuadrado resultante de la m partición elegida, esta puede tener un mínimo global el cual puede ser usado como un estimador del punto de cambio, mientras que los mínimos locales pueden ser candidatos al punto de ruptura.

3.3.3. *Test CUSUM.*

La prueba CUSUM (cumulative sum) se utiliza para determinar si los coeficientes en un modelo son constantes. Además, la gráfica de CUSUM presenta las sumas acumuladas de las desviaciones de cada valor de la muestra con respecto al valor objetivo (MINITAB, sf.), con la cual se identifican los puntos que no están dentro de los límites establecidos y que, por ende, representan un cambio estructural.

En primera instancia, según Brown et al. (1975) se calculan los residuales recursivos

$$V_t = Y_t - X_t \hat{\beta}_{t-1} \quad (6)$$

Donde, X_t es el vector correspondiente a la observación t de los k regresores del modelo, y $\hat{\beta}_{t-1}$ es el vector de parámetros. Posteriormente, se obtiene la varianza para en un siguiente paso estandarizarla

$$Var(V_t) = \sigma^2 \left[1 + X'_t \frac{(X'_{t-1} X_{t-1})}{X_t} \right] \quad (7)$$

$$\tilde{V} = \frac{V_t}{\sqrt{Var(V_t)}} \quad (8)$$

Finalmente se construye la suma acumulada (CUSUM)

$$CUSUM = W_t = \sum_{j=k+1}^T \frac{\tilde{V}_j}{\hat{\sigma}^2} \quad (9)$$

Donde $\hat{\sigma}^2$ corresponde a

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{RSS_T}{T - k} \quad (10)$$

Una vez realizado el test CUSUM se consideran las siguientes hipótesis

Ho: No hay cambio estructural

H1: Hay cambio estructural

Si el valor del $W_t \neq 0$ se rechaza la Ho y se define que hay cambios estructurales en la serie de tiempo, por lo que se procede a realizar la gráfica CUSUM, donde se identificarán los puntos en los cuales la suma acumulada sale de los límites establecidos.

3.3.4. *Prueba SupF, AveF y ExpF.*

Las pruebas realizadas por Andrews (1993) y Andrews y Ploberger (1994) permiten analizar la inestabilidad de los parámetros y la existencia de rupturas estructurales con un punto

de cambio desconocido, estas se encuentran basadas en el estadístico F y se presentan a continuación:

$$\text{sup}F = \sup F_i \quad \underline{i} \leq i \leq \bar{i} \quad (11)$$

$$\text{ave}F = \frac{1}{\bar{i} - \underline{i} + 1} \sum_{i=\underline{i}}^{\bar{i}} F_i \quad (12)$$

$$\text{exp}F = \log \left(\frac{1}{\bar{i} - \underline{i} + 1} \sum_{i=\underline{i}}^{\bar{i}} \exp \left(\frac{1}{2} \cdot F_i \right) \right) \quad (13)$$

Donde

F_i es el estadístico F para todos los puntos de cambio en un intervalo $[\underline{i}, \bar{i}]$

Estas pruebas consideran las mismas hipótesis mencionadas en los puntos anteriores, teniendo en cuenta además que, la hipótesis nula se rechaza cuando el estadístico F máximo o medio se vuelve demasiado grande o los valores de p son inferiores a 0.05.

3.4. Código CIIU.

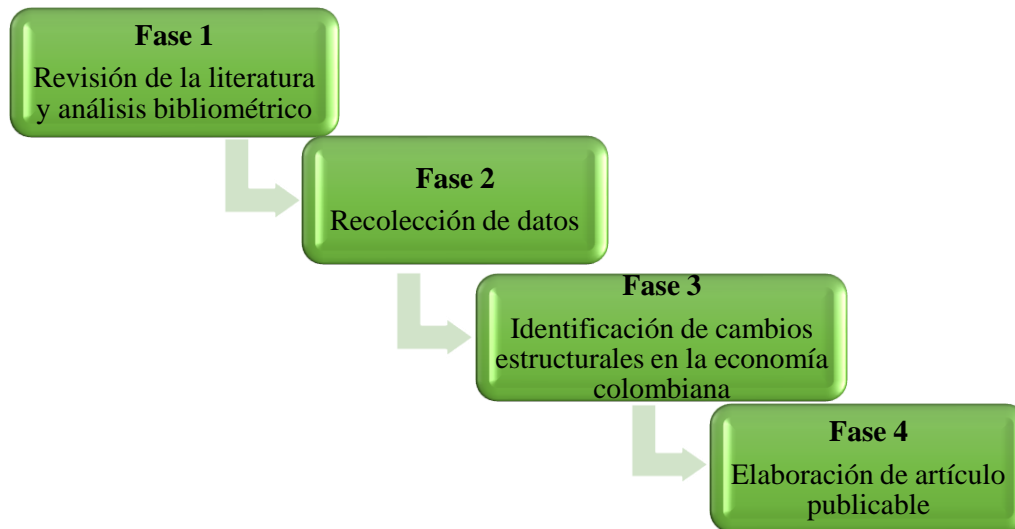
Con el fin de clasificar las actividades económicas de Colombia, desde el año 2000, las cámaras de comercio del país se rigen por la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de todas las actividades económicas, considerando que la revisión 3 aplica a partir del tercer trimestre de 2001 hasta diciembre de 2019, mientras que la revisión 4 a partir de enero de 2020, esta última como adaptación para Colombia, hecha y revisada por el DANE (Cámara de Comercio de Bogotá, sf)

4. Metodología

4.1. Metodología de la investigación

En el presente capítulo se expone la metodología a desarrollar en el proyecto de investigación, considerando un enfoque cuantitativo y explicativo. A continuación, en la Figura 1, se evidencia de forma gráfica la metodología planteada, la cual será posteriormente descrita.

Figura 1.
Metodología.



4.1.1. Fase 1. Revisión de la literatura y análisis bibliométrico

En esta primera fase se realiza la búsqueda y depuración de artículos relacionados con el tema de cambios estructurales, crecimiento económico y participación sectorial laboral en la base de datos científica Scopus y en el buscador de Google Scholar, los cuales son posteriormente procesados en el software Bibliometrix para realizar un análisis bibliométrico de los datos y determinar así las principales metodologías empleadas, las regiones estudiadas, entre otros factores relevantes, para finalmente seleccionar la metodología a utilizar en el presente proyecto. Esta fase se encuentra desarrollada en el capítulo cinco de este documento.

4.1.2. Fase 2. Recolección de datos.

En esta fase se realiza la selección de las ciudades colombianas que se tomarán como objeto de estudio y a definir el período de tiempo sobre el cual se realizará el análisis. Una vez definidos, se procede a recolectar los datos de las series históricas del producto interno bruto colombiano, población ocupada por sector económico para las ciudades seleccionadas y total de graduados de educación superior, ingeniería e ingeniería industrial, estos datos se recopilan, procesan y agrupan como se presenta en la sección número seis.

4.1.3. Fase 3. Identificación de cambios estructurales en la economía colombiana.

En la tercera fase se realiza inicialmente un análisis descriptivo de las series de datos, para evidenciar gráficamente los posibles cambios estructurales, que más adelante serán validados de

forma econométrica a través del programa R Studio, para lo cual se plantea un modelo autorregresivo para cada serie del PIB, población ocupada y cantidad de graduados de las principales ciudades colombianas, a los cuales se les comprueban los supuestos de homocedasticidad, normalidad y autocorrelación serial y, posteriormente, se realizan las pruebas de estabilidad de los parámetros. En primera instancia a través de la prueba SupF descrita en el apartado 3.2.4.4 se determina si en el periodo de tiempo se presentaron rupturas estructurales, seguido a esto se aplica el modelo de estimación de Bai y Perrón que se encuentra en el inciso 3.2.4.2, teniendo en cuenta el tamaño de segmento (h) mínimo según el modelo econométrico, con el fin de identificar las fechas de los cambios, resultados que posteriormente fueron contrastados a través del test de Chow, evidenciado en la sección 3.2.4.1. Finalmente, se realiza el análisis de los resultados obtenidos en las series socioeconómicas, así mismo, un análisis de las posibles causas de las rupturas estructurales a partir de la información registrada en la literatura y en las noticias colombianas, lo que permitirá concluir y presentar recomendaciones para futuras investigaciones.

4.1.4. Fase 4. Elaboración de artículo publicable.

Por último, en esta fase se identifica y selecciona la revista más apropiada para la publicación del artículo, en el cual se incluyen los resultados obtenidos a partir de la investigación realizada, con el fin de proporcionar información sobre la evolución de los sectores económicos en los últimos veinte años y la posible influencia que ha tenido en esto la educación superior colombiana.

4.2. Validación de la metodología

Para corroborar el procedimiento a realizar en la identificación de cambios estructurales de una serie de tiempo se lleva a cabo una validación de la metodología, para lo cual se replica parcialmente un trabajo de tesis de pregrado, con el fin de comprobar que los resultados corresponden a los obtenidos por el autor y el procedimiento se aplicará de forma correcta. En este caso, se toma como referencia a Morales (2019), el cual identifica cambios estructurales en los principales índices bursátiles, para las economías de Colombia, Chile, México y Perú para el periodo comprendido entre 2008 y 2018. Inicialmente, se recopilan los datos diarios del IPC de México en las bases de datos mencionadas por el autor, pero teniendo en cuenta que en el

documento no se hace ninguna aclaración sobre la técnica empleada para la depuración de los datos, no se tiene certeza de que las series sean exactamente las mismas.

Posteriormente, se procede a realizar el correlograma según lo indica la metodología, esto con el fin de determinar los rezagos significativos que harán parte del modelo econométrico al que se le realizarán las pruebas de cambio estructural propuestas por Bai y Perrón, con las cuales se pudieron obtener resultados muy similares a los del estudio realizado por Morales, sin embargo, las variaciones presentadas corresponden solo a unos días de diferencia con respecto a las fechas de ruptura presentadas en la investigación para el país de México.

5. Revisión de literatura

La revisión de literatura contenida en el presente capítulo tiene como finalidad reunir y analizar la información extraída de diferentes documentos relacionados con la identificación de cambios estructurales en series de tiempo o con el análisis del crecimiento económico, para poder identificar y determinar la metodología a utilizar, las ciudades colombianas y las ventanas de tiempo que contemplará el estudio, de tal forma que exista forma de comparar y evaluar los resultados de la investigación.

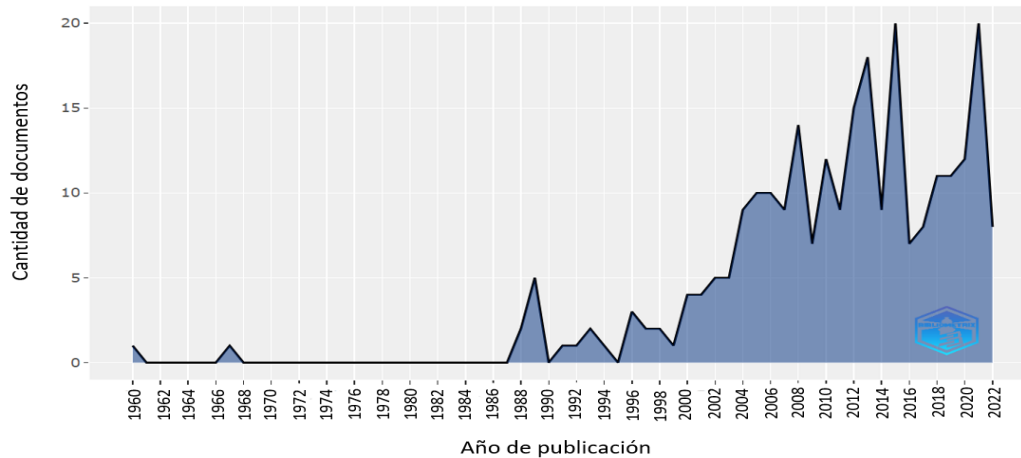
Este apartado se divide en dos etapas: la primera corresponde a un análisis bibliométrico donde se presentan las bases de datos y una descripción de los documentos encontrados, mientras que, en la segunda parte, se presenta un análisis preliminar de la literatura basado en la descripción de los artículos hallados en la revisión.

5.1. Análisis bibliométrico

En el presente apartado se expone el análisis bibliométrico realizado a través de la herramienta Bibliometrix, contenida en el software estadístico RStudio y las bases de datos Scopus y Google Scholar, se realizó el análisis de 259 artículos relacionados con la existencia de cambios estructurales en el crecimiento económico y en la participación sectorial en el mercado laboral.

En la figura 2, se presenta la cantidad de artículos publicados por año para el periodo entre 1960 y 2022, donde se evidencia la relevancia que ha tomado desde el siglo XXI la metodología de cambios estructurales para analizar el crecimiento económico de los países.

Figura 2.
Cantidad de Artículos Publicados por año

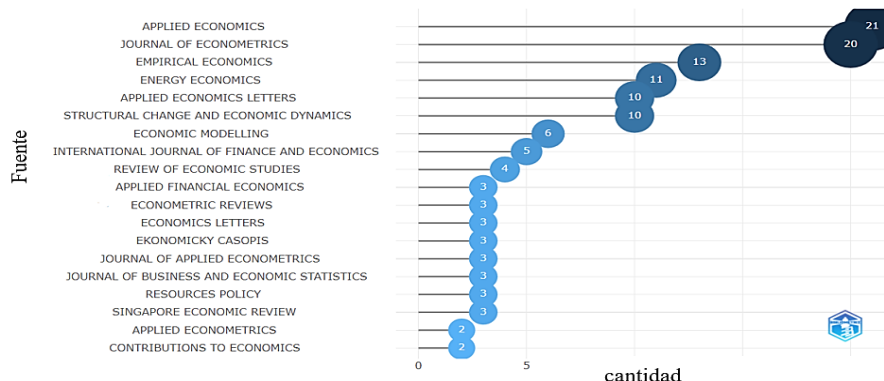


Nota: Tomado de Bibliometrix (2022)

Asimismo, en la figura se observa que la cantidad de documentos no se ha mantenido constante a lo largo del tiempo; en los años 2015 y 2021 se presentaron las mayores cifras de publicaciones, mientras que, en los años 2009, 2014 y 2016 se presentaron reducciones aproximadamente del 50%.

Por otra parte, en la figura 3, se observan las principales fuentes en las que son publicadas las investigaciones de este tema, donde se destaca la revista académica Applied Economics con 21 documentos, seguido por Journal of Econometrics con 20 y Empirical Econometrics con 13 artículos.

Figura 3
Fuentes más relevantes

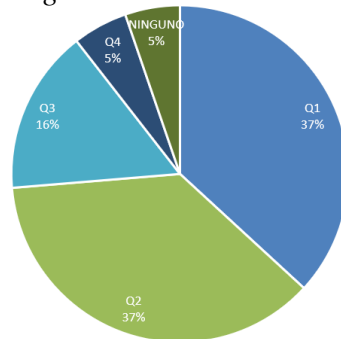


Nota: Tomado de Bibliometrix (2022).

A las fuentes presentadas en la figura 3, se les realiza un análisis de calidad y para esto se hizo uso de la categoría (cuartil) del SCImago Journal Ranking (SJR), la cual permite evidenciar

la influencia científica de las revistas académicas según el número de citas en otros medios de importancia. En la figura 4, se evidencia que el 74% de las fuentes son de alta calidad, ya que están clasificadas en los cuartiles Q1 y Q2, mientras que una de las revistas no registra clasificación reciente, esto puede deberse a que la revista ya no se encuentra dentro del ranking.

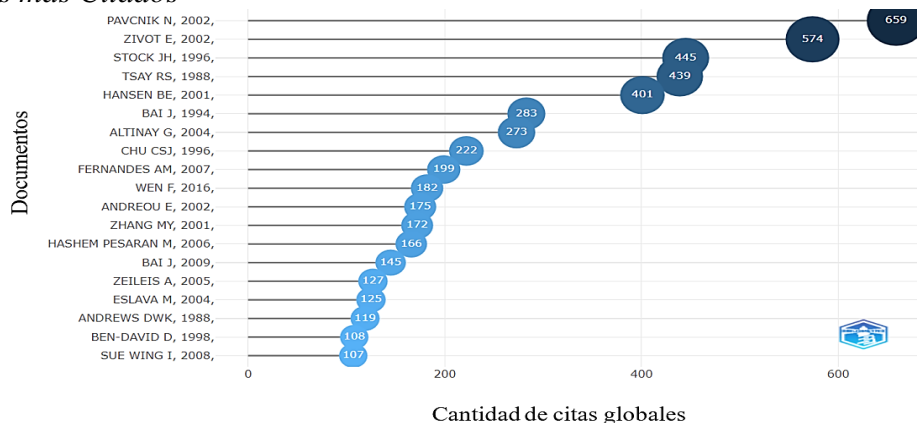
Figura 4
Clasificación de las Fuentes por Categoría del SJR



Nota: Elaborado con información de SCImago Journal Rank (2022).

Por otra parte, con el fin de identificar las publicaciones más relevantes y con mayor citación, se presenta la figura 5, en la cual se evidencia que Pavnick (2002), Zivot (2002) y Stock (1996) son los más citados, el primero con 659 menciones en otros artículos, mientras que los otros autores han sido referenciados por 574 y 445 documentos respectivamente. Además, en esta figura también se evidencia que la mayoría de las investigaciones citadas corresponden a los años entre 1988 y 2009.

Figura 5
Documentos más Citados

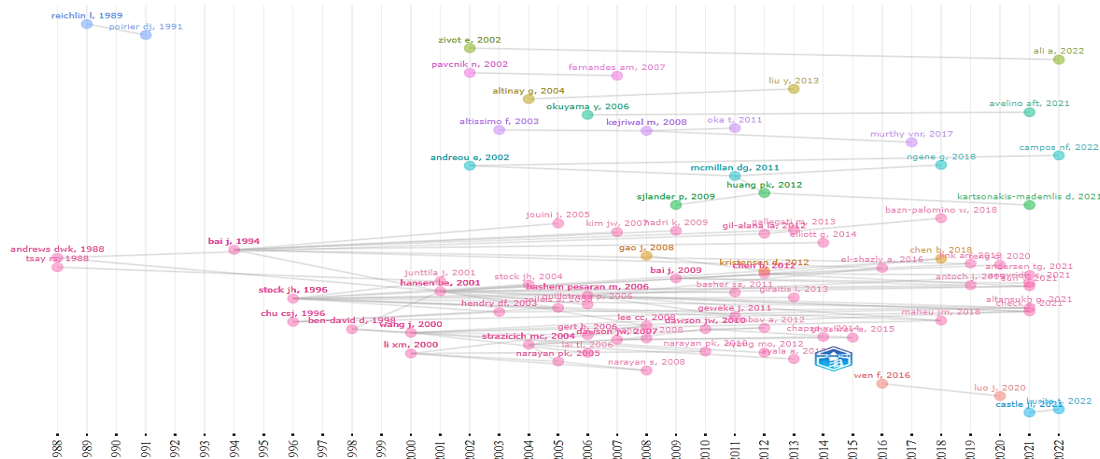


Nota: Tomado de Bibliometrix (2022)

Asimismo, analizando la red histórica de citación directa, se evidencia en la figura 6 que los estudios realizados por Bai (1994) y por Stock (1998) han sido de mayor impacto para las

investigaciones desarrolladas en los últimos años, las cuales han tomado como base teórica a los anteriores autores y replicado sus modelos econométricos para la identificación de cambios estructurales.

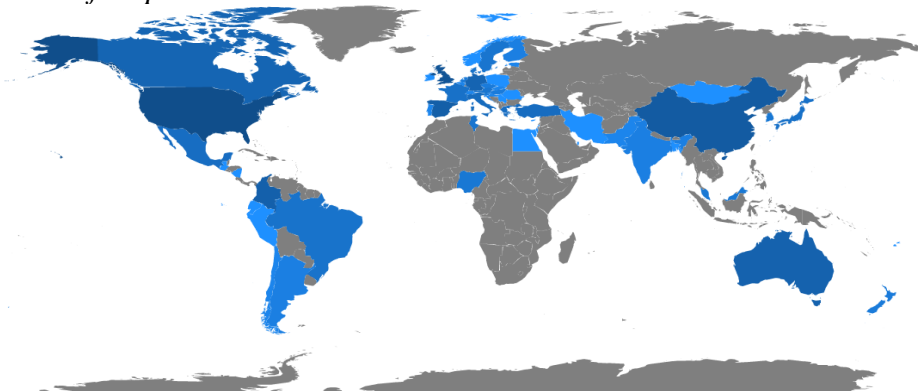
Figura 6
Red Histórica de Citación Directa



Nota: Tomado de Bibliometrix (2022)

Con respecto a la producción científica por país se presenta la figura 7, donde la intensidad de color más fuerte representa a los países con mayor cantidad de aportes científicos, mientras que las regiones que se encuentran en color gris no cuentan con publicaciones relacionadas con el tema de investigación. Los países más destacados en producción científica son Estados Unidos y Reino Unido, con 91 y 58 artículos respectivamente. Por otro lado, en Sur América se presentan 39 investigaciones relacionadas a los cambios estructurales en series de tiempo macroeconómicas, donde se destaca la producción realizada en Colombia con 25 artículos.

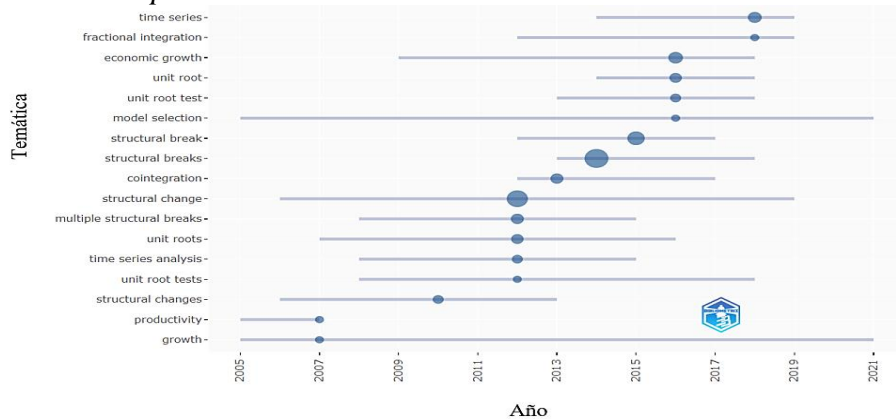
Figura 7
Producción Científica por País



Nota: Tomado de Bibliometrix (2022)

Por otro lado, los temas más relevantes en las investigaciones realizadas durante los últimos quince años son rupturas estructurales, cambios estructurales y crecimiento económico, los cuales se evidencian en la figura 8.

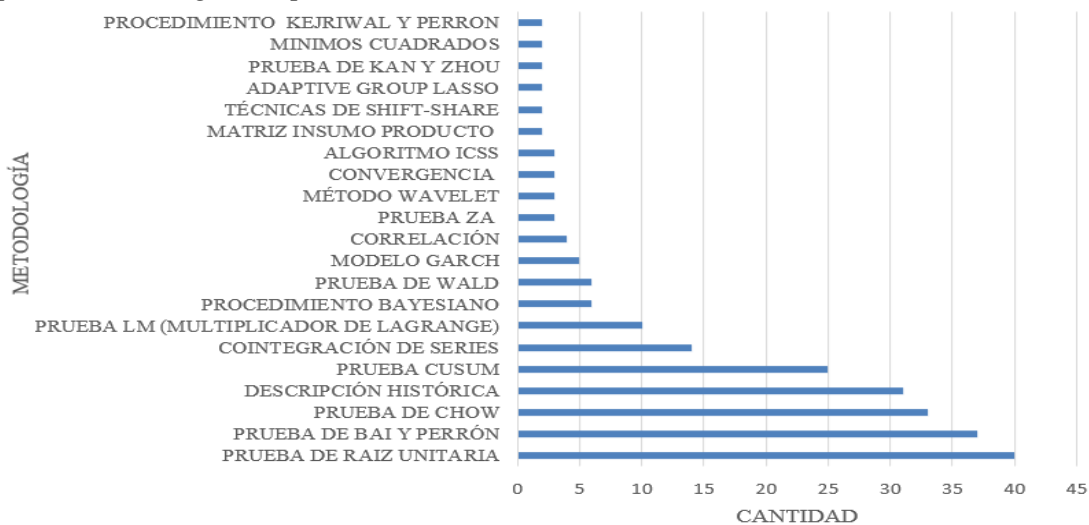
Figura 8
Temáticas de tendencia por año



Nota: Tomado de Bibliometrix (2022).

Finalmente, en la figura 9, se presentan las metodologías utilizadas en dos o más estudios realizados para analizar el crecimiento económico y la transición sectorial, donde se destaca la implementación de pruebas de raíz unitaria y pruebas propuestas por Bai y Perrón para la identificación de cambios estructurales, asimismo, se evidencia el uso de la prueba de Chow, la prueba CUSUM y las descripciones históricas realizadas para evidenciar las rupturas en series de tiempo.

Figura 9
Principales metodologías empleadas



5.2. Análisis de la literatura

En la literatura se encuentran múltiples investigaciones enfocadas a series de tiempo y quiebres estructurales, la mayoría de estos basados en los aportes realizados por Chow (1960), el cual fue el primero en analizar los efectos que producen los cambios estructurales en los modelos de regresión. Actualmente, una de las metodologías que permite identificar la existencia de dichos cambios es el test estadístico y econométrico de Chow.

Así mismo, años más tarde Bai y Perron (2003) complementarían los aportes de Chow y ampliarían el panorama para realizar análisis de múltiples cambios estructurales en modelos lineales, contribución que beneficiaría el campo de investigación y permitiría comenzar a identificar y analizar las rupturas en diferentes series de tiempo de variables macroeconómicas, ejemplo de esto son los trabajos realizados por Melo y Misas (2004), donde exponen en su investigación la existencia de cambios estructurales en la inflación de Colombia para el período comprendido entre 1980 y 2003, utilizando la metodología de mínimos cuadrados flexibles y, por medio de pruebas de estabilidad, concluyen que existen rupturas asociadas a las variables explicativas del precio relativo de alimentos y el crecimiento trimestral de la tasa de cambio real; Altinay y Karagol (2004) utilizan pruebas de raíz unitaria considerando rupturas estructurales para detectar la causalidad entre el PIB y el consumo de energía de Turquía; y Galindo y Cordera (2005), estudian la relación de causalidad entre el gasto público y el PIB per cápita para México, haciendo uso de un análisis de cointegración y de cambios estructurales, este último a través de la prueba Bai-Perron.

Por otro lado, Wang y Szirmai (2008) emplean el método shift-share para identificar los cambios estructurales en la producción agregada e industrial en China; mientras que Ruiz y Fregoso (2017), estudian desde la perspectiva econométrica los mercados cambiarios y los tipos de cambio de Asia y Latinoamérica para el periodo entre 2002 y 2016, utilizando análisis de cambio estructural endógeno y de cointegración. Así mismo, se destaca la investigación de Morales (2019), donde se realiza una identificación de rupturas estructurales para los principales índices bursátiles de Colombia, Chile, México y Perú en el periodo entre 2007 y 2019, donde a través de pruebas de estabilidad se concluyó que, para el caso de Colombia y Chile, el quiebre es ocasionada por las nuevas medidas tomadas en Estados Unidos sobre la tasa de referencia, además, el cambio de mandatarios.

En los últimos años el crecimiento económico y la evolución del mercado laboral ha sido investigado por numerosos autores a través de diferentes metodologías, con el fin de determinar y pronosticar los posibles cambios económicos en regiones o países específicos. A continuación, se exponen los principales aportes relacionados al tema de investigación en orden cronológico.

En la década de los noventa se comenzaron a divulgar estudios relacionados con la identificación de cambios estructurales, como el expuesto por Stock y Watson (1996), donde se analizaron 76 series de tiempo mensuales con variables macroeconómicas estadounidenses para el período de 1959 a 1993; y el realizado por Ben-David y Papell (1998), enfocado a determinar las desaceleraciones en el crecimiento económico para 74 países haciendo uso de series de tiempo del PIB y obteniendo que la mayoría de los países industrializados presentaron rupturas en sus tasas de crecimiento en la posguerra de la segunda guerra mundial.

De igual forma, a finales del siglo pasado, los autores Martínez y Espasa (1998), publicaron un estudio de caracterización del PIB español, a partir de modelos univariantes no lineales, contemplando la ventana de tiempo de 1970 a 1994; en este se realizaron dos contrastes, uno paramétrico y otro no paramétrico, este último considerando que el cambio estructural no es único y puede asociarse con variaciones en uno o más regresores. Con las pruebas realizadas al modelo econométrico los autores identificaron un cambio en la estructura del PIB para el año 1974, ocasionado por la crisis del petróleo. Avanzando en el tiempo, se destaca el aporte de Noriega y Ramírez (1999) asociado a las rupturas presentadas en las series del PIB per cápita real y real de México, mientras que McConnell y Pérez (2000), analizan el caso del PIB de Estados Unidos a través de los coeficientes de ruptura. Igualmente, en el trabajo realizado por McCandles et al. (2001) se utiliza la metodología de cambios estructurales para las series de tiempo del PIB, importaciones e inversión de Argentina, meramente con el fin de determinar el periodo de análisis para un modelo de predicción macroeconómico. En este mismo año, Pontón y Posada (2001), analizaron las características del crecimiento económico colombiano en el siglo XX basados en el modelo neoclásico Solow-Swan, identificando una relación de largo plazo entre el capital y el producto per cápita para los años 1925 y 1997.

Por otra parte, Mantilla (2007) analiza la economía colombiana y chilena considerando el cambio estructural sectorial ocurrido en el siglo XX, por medio de un modelo econométrico, donde se evidencia para ambos países una disminución de la participación del sector de la manufactura,

mientras que la del sector de servicios aumentó significativamente. Años después, Noriega y Rodríguez (2011) estudiaron el crecimiento económico mexicano durante los años 1895-2008, analizando los cambios estructurales en las series de tiempo del PIB real y per cápita, obteniendo cuatro rupturas, las cuales coinciden con cambios políticos, guerras y crisis económicas. A su vez, Salazar y Molina (2012) realizaron una investigación usando el método de cointegración de series y la corrección de errores, para determinar la influencia de los sectores agropecuario, pesquero, minero y manufacturero en el PIB de Nicaragua para el periodo desde 1960 hasta 2010, concluyendo que los sectores con mayor influencia en las exportaciones del país son el agropecuario y el de manufactura. De igual manera, Pinchao y Uribe (2016) investigaron el crecimiento del PIB real colombiano en el periodo de tiempo de 1924 a 2013, mediante pruebas de cambio estructural endógeno, las cuales arrojaron como resultado la existencia de tres rupturas en los años 1942, 1972 y 1999, este último asociado probablemente a reformas económicas producidas en ese año.

Considerando un enfoque teórico, se encuentran también trabajos sobre cambios estructurales como el realizado por Delgado e Hidalgo (2000) donde se proponen estimadores para localizar e identificar el tamaño de las rupturas en un modelo de regresión no paramétrico, mientras que Chen y Gupta (2000), analizan el punto de cambio estadístico paramétrico y sus aplicaciones en múltiples áreas del conocimiento, así mismo, se destaca el trabajo de Wu (2008), donde se propone un criterio para analizar puntos de cambio y seleccionar variables simultáneamente en modelos lineales. Por otro lado, Cárdenas y Suárez (2018), analizan la composición de las importaciones y el aporte de estas al PIB colombiano por medio de un modelo de vectores autorregresivos, evidenciando que las importaciones de capital impactan positivamente en el PIB, así mismo, se observó que, ante una disminución de las barreras arancelarias, las importaciones de bienes intermedios y materias primas comienzan a tomar relevancia.

Mientras que, otros recurren a una descripción histórica entre los que se destacan los trabajos desarrollados por: García (2002), el cual realiza una aproximación de los cambios estructurales producidos por la apertura económica e indica que la ruptura, para el caso de Colombia, se caracterizó por la transición a una economía concentrada en el sector de servicios; lo que es reafirmado por Kalmanovitz y López (2004), que con su investigación explican como el país durante los años 1950 a 2000 empezó a tener mayor participación del sector de servicios,

mientras la producción agrícola y manufacturera disminuía; más adelante, Moncayo y Garza (2005) estudian los cambios en la distribución del PIB colombiano, para el periodo de 1975 a 2000, y evidencian que las actividades con mayor influencia en el sector de servicios fueron; Transporte y Comunicaciones, Financieros y Servicios a las Empresas, y Servicios al gobierno. Bonet (2005), al igual que los autores mencionados anteriormente, realiza una investigación sobre cambios estructurales regionales en Colombia, donde a través de matrices insumo-producto concluye que el sector de servicios se ha convertido en el que realiza los principales aportes al desarrollo económico. Por otra parte, Cárdenas (2007) analiza la serie de tiempo del producto interno bruto colombiano y evidencia un decrecimiento de la productividad debido al aumento de la criminalidad y el narcotráfico; causas reiteradas en el trabajo desarrollado por Ortiz (2009), que también estudia la desaceleración económica colombiana y evidencia, según las cifras, un cambio estructural en el año 1980, año que contempla también el estudio realizado por Hurtado (2010), donde se considera solamente el sector agricultor colombiano, haciendo uso de los datos históricos y de un análisis de clúster. Finalizando, se destaca también el aporte realizado por Pérez et al. (2014), donde se investiga la economía para las grandes ciudades colombianas y su transición sectorial a lo largo de los años.

A nivel internacional algunos autores se han enfocado en analizar los cambios sectoriales que ha sufrido la economía, como el trabajo realizado por Cuadrado et al. (1989), en el que se analiza la evolución del sector de servicios considerando datos del PIB y del empleo para países de la OCDE; Katz (2006) considera el cambio de participación del PIB manufacturero de Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México, donde los 4 primeros países se orientaron a la producción de alimentos y procesamiento de recursos naturales, mientras que en México creció la participación de la industria automotriz; la EOI Escuela de Negocios y el Servei d'Ocupació de Catalunya (2010) consideran las transiciones ocurridas en los sectores de la industria, el comercio y el turismo en Cataluña; y Abeles et al. (2017), analiza el cambio estructural en el sector manufacturero y el desarrollo de políticas industriales y tecnológicas en Argentina.

Por otro lado, desde una perspectiva econométrica, el crecimiento económico ha sido estudiado utilizando múltiples variables macroeconómicas como se evidencia en los trabajos desarrollados por: Parra (2011), en el que se realiza una estimación de un modelo VAR para el producto interno bruto y la tasa de crecimiento de los impuestos colombianos; Miranda (2015),

donde se analiza por medio de datos de panel fijos la relación entre la inversión extranjera directa y el crecimiento económico para 18 países en Latinoamérica; y Guihur y Catalán (2016), consideran las series de tiempo del producto interno bruto, capitalización bursátil y concentración del mercado colombiano para los años 2000 a 2015, en este se pudo evidenciar que el crecimiento económico del país afecta positivamente a la capitalización bursátil.

Así mismo, Quiroga (2019) realiza un análisis econométrico considerando nueve variables explicativas para el caso de México, en los años de 1994 a 2017, con el que se concluyó que el crecimiento económico se presentará a medida que el país sea más competitivo para exportar; mientras que, Santana (2019) analiza el PIB departamental colombiano por actividad económica para el período de 1990 a 2016, con el objetivo de evaluar la relación entre la disminución porcentual de la industria manufacturera, el auge de la minería y el aumento de participación del sector servicios, corroborando la existencia de desindustrialización en Colombia para el periodo analizado y la pérdida de participación de 8% del sector manufacturero.

En el ámbito del mercado laboral, las investigaciones basadas en la metodología de cambios estructurales son numerosas en Estados Unidos, se destaca principalmente el aporte realizado por Hansen (2001), el cual analiza econométricamente la productividad laboral del sector manufacturero/bienes de los años 1947 al 2000, identificando finalmente tres quiebres estructurales. Por el contrario, para Colombia no se evidencian aportes relacionados a rupturas en series de tiempo anteriores a 1991 debido a la falta de información. En el año 2000 comienzan a presentarse estudios relacionados con el tema, donde sobresale el aporte de Ocampo et al. (2000), en el que se contempla el cambio estructural y el deterioro laboral colombiano para la década de los años noventa a partir de un análisis descriptivo histórico y econométrico, los resultados evidenciaron que el crecimiento económico del país pasó de estar influenciado por los sectores de la agricultura y la industria a tener mayor participación de los sectores productores de bienes y servicios, transición que repercutió en la capacidad de la economía para generar empleos, lo cual se reitera en el trabajo realizado por Munari (2014), donde se evidenció que la ruptura estructural ocurrida en Sur América de 1991 a 2006 conllevó a un aumento de trabajadores en el sector de comercio, restaurantes y hoteles, además, gracias a la técnica de descomposición, pudo concluir que la integración comercial generó una transición de la mano de obra poco o no calificada hacia sectores de menor productividad, situación similar a la presentada en México para los años

noventa, según el estudio realizado por Gambero y Martínez (2010).

Prosiguiendo con la revisión de literatura se evidencian autores cuyas investigaciones relacionan el comercio internacional y la reasignación laboral, como los trabajos realizados por Wacziarg y Wallack (2003) que utilizan datos de panel para 25 países en el periodo de tiempo de 1976 y 1994; metodología similar a la desarrollada por Pavcnik (2002), pero con datos de panel de fabricantes chilenos; Eslava et al. (2004), considera el periodo de 1982 a 1998 para Colombia y evidencia que las reformas estructurales del mercado están asociadas a la reasignación de negocios de baja y alta productividad; Isaza y Meza (2004), identifican cambios estructurales de la demanda de trabajo en Colombia para los años 1984 y 2000; Fernandes (2007) por su parte enfoca su investigación a las industrias manufactureras colombianas en el periodo 1977 a 1991; mientras que Sánchez y Butler (2004), analizan los efectos de las reformas estructurales en la dinámica del empleo manufacturero y la productividad en Argentina para la década de los noventa; ventana de tiempo contemplada también por Menezes-Filho y Muendler (2011) en el caso de Brasil.

Por otro lado, Chávez et.al (2011), plantea una investigación donde se analizan los cambios estructurales en la participación laboral para el caso específico de Colombia en los años de 1984 a 2008, considerando además la tasa de crecimiento económico y otras variables demográficas. Los resultados obtenidos permitieron identificar las variables que afectan la tasa global de participación en las siete principales áreas metropolitanas, con el objetivo de aportar a la generación de políticas públicas de empleo. Del mismo modo, la investigación realizada por Vázquez (2018) estudia la productividad laboral para actividades industriales de 28 países mediante el análisis tipo shift-share (cambio y participación), donde concluye que la innovación y el ascenso de nuevos sectores ocasionó una transformación estructural en especial en países en vía de desarrollo.

Asimismo, se destacan investigaciones como la realizada por Timmer, et al. (2014), donde relacionan las series de tiempo anuales de valor agregado y población empleada para diez sectores de la economía desde 1950 en adelante, evidenciando un cambio estructural en las actividades manufactureras durante los años siguientes a la Segunda Guerra Mundial, lo que ocasionó una transición del mercado laboral a las actividades de comercio minorista y de distribución; González y Moral (2019) realizaron un estudio sobre el proceso de cambio estructural considerando un modelo econométrico de las cifras de empleo para algunos países de Asia, África, Latinoamérica,

Europa y Estados Unidos durante el periodo de 1960 a 2015. En esta investigación se describe, en primera instancia, que mientras aumenta la producción industrial disminuye la participación de la agricultura en la economía, mientras que si se produce una disminución del sector industrial aumenta el aporte del sector terciario, lo que es reiterado por Nayyar (2019), el cual evidencia un cambio estructural en el mercado laboral de Asia, debido a un paso de la mano de obra de la agricultura al sector de los servicios. Por su parte, Loría et al. (2021) utiliza un modelo econométrico para datos de panel de 32 entidades estatales mexicanas, con el fin de realizar un análisis de heterogeneidad, verificar el cumplimiento de la Ley de Okun y determinar la afectación del cambio estructural encontrado.

De igual forma, Troya (2020), realiza un análisis integrado de las variables del desempleo, subempleo y la tasa de variación del PIB de Ecuador, con el fin de determinar la existencia de cambios estructurales y la evolución de estos indicadores en el período 2007-2018 para cinco ciudades del área urbana del país, evidenciando que las rupturas estructurales de las series de tiempo no siempre coinciden, debido a que la tasa de variación del PIB no tiene relación directamente proporcional con el desempleo y subempleo en todos los períodos.

Es así como se puede concluir, que en la literatura se evidencian diversas metodologías para estudiar el crecimiento económico y la evolución de la participación sectorial del mercado laboral de los países, donde se destacan análisis descriptivos históricos y econométricos, esto último utilizando principalmente el análisis shif-share y la identificación de cambios estructurales a través de las pruebas propuestas por Bai y Perron, Andrews y Chow. La mayor parte de los textos evidenciados se basan en el indicador macroeconómico del PIB, puesto que permite visualizar la actividad económica de un país, a su vez se detectan múltiples autores que analizan la productividad laboral y la relacionan con el anterior indicador para realizar pronósticos económicos y determinar la evolución sectorial en determinado periodo de tiempo.

Finalmente, como se evidenció en el presente apartado, el tema de investigación ha tomado relevancia en los últimos años, sin embargo, para el caso en particular de Colombia no se encuentran estudios que analicen en conjunto las series de PIB y empleo de forma desagregada por actividad económica y por ciudad. En este sentido, en la presente investigación se utilizarán las variables del PIB, población ocupada y cantidad de graduados para las principales ciudades, además, se hará uso de la metodología de identificación de cambios estructurales a través del

análisis de estabilidad de los parámetros. A continuación, se describen detalladamente los datos empleados y, posteriormente, se presentan los resultados de la implementación de la metodología.

6. Datos

Tal como se mencionó en la revisión de literatura y el planteamiento del problema, la presente investigación recopila datos anuales del producto interno bruto departamental, población ocupada y cantidad de graduados de ingeniería e ingeniería industrial de las principales ciudades de Colombia. Debido a que la disponibilidad de datos para cada serie de tiempo varía según la información suministrada por las fuentes y las metodologías utilizadas, se procede a realizar una búsqueda preliminar que permita determinar la ventana de tiempo y las ciudades principales de Colombia para las que se posee información, partiendo del supuesto que, si bien el PIB se mide por departamento, este valor refleja en gran medida la situación económica de la capital del departamento.

Para la serie del PIB se encuentran series de datos a precios corrientes desagregados por actividades económicas, pero deflactadas con cinco bases diferentes como se menciona a continuación: la primera serie presenta datos de 1980 a 1995 tomando como base 1975 y considerando 13 sectores económicos para 25 departamentos; la segunda recopila información de 1990 a 2005 con base de deflactación 1994, pero esta vez considerando 37 subramas económicas para 33 departamentos; la tercera serie presenta datos del PIB para la ventana de tiempo del 2000 a 2007 tomando como base el año 2000, para 33 subramas y 33 departamentos de Colombia; la penúltima serie considera información desde 2000 al 2016 con base de 2005, analizando 9 sectores económicos para 33 departamentos; y finalmente una serie de datos retropolada que considera desde 1980 hasta 2021 8 sectores económicos para 24 departamentos y tomando como base de deflactación el año 2015.

Con respecto a la serie del mercado laboral presentada por el DANE esta refleja diferencias debido a la transición de metodología para la realización de encuestas, pasando inicialmente de la Encuesta Nacional de Hogares (ENH), la cual pretendía medir las principales características socioeconómicas de la población; a la Encuesta Continua de Hogares (ECH) que incluyó diferentes módulos con el fin obtener información sobre fenómenos sociales de interés nacional; y finalmente la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) que permitió adicionalmente analizar las condiciones de empleo de la población. (DANE, 2021). La serie de datos más antigua de esta

variable incluye información de 1976 a 2000, considerando datos trimestrales para nueve sectores económicos y siete ciudades principales; posteriormente se evidencia anualmente información desagregada para cinco regiones del país en la ventana de tiempo de 1996 a 2000. Finalmente, se encuentra una serie de tiempo de 2001 a 2019 que considera los nueve sectores económicos descritos en el CIIU3 y una serie que contempla de 2015 a 2021 una división de sectores económicos según el CIIU4, clasificándolos por 14 ramas para 23 ciudades y áreas metropolitanas.

Por otro lado, para la serie de educación superior se encuentra información a partir del año 2001 de forma semestral hasta 2020, esto para 33 departamentos y un aproximado de 7160 programas académicos, donde se incluyen de las diferentes formaciones de pregrado y posgrado para universidades oficiales y privadas del país. A continuación, en la tabla 2 se presenta la disponibilidad de información de las bases de datos a considerar según la serie económica.

Tabla 2*Disponibilidad de datos*

Serie	Disponible desde	Tipo	Periodicidad	Datos disponibles
PIB departamental	1980 a 2021	Departamental	Anual	8.400
Población ocupada	2001 a 2019	Ciudades y áreas metropolitanas	Trimestre móvil	44.800
	2015 a 2021	Ciudades y áreas metropolitanas	Trimestre móvil	23.828
Graduados de Educación Superior	2001 a 2020	Ciudades	Semestral	513.900

Teniendo en cuenta la tabla 2 y considerando las regiones con mayor aporte al PIB nacional para el año 2021, la presente investigación determina considerar los datos anuales de las siguientes ciudades principales del país: Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cali y Medellín, para el período comprendido entre los años 2001 y 2020 del producto interno bruto departamental a precios corrientes de Colombia, los cuales fueron obtenidos de las estadísticas proporcionadas en las cuentas nacionales del DANE (2022), como se mencionó anteriormente las cifras se encuentran anualmente retroajustadas para la base 2015 y se presentan para grandes actividades económicas, al igual que los datos de la población ocupada, estos últimos obtenidos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares - GEIH para 23 ciudades y áreas metropolitanas (DANE, 2022), sin embargo, estos se presentan por trimestre móvil, por lo que fue necesario realizar un promedio y obtener así los datos anuales, considerando además que, a partir del año 2015, se utilizaron los datos por ramas de

actividad según la nueva distribución del CII4. Por otra parte, la información analizada para determinar la evolución y el aporte educativo al crecimiento económico se obtuvo del Ministerio de Educación Nacional (2021), con el reporte de cantidad de graduados de educación superior semestralmente, tomando como base para la investigación las cifras de graduados de ingeniería e ingeniería industrial, esta última desagregada por universidades públicas y privadas, para la misma ventana de tiempo que las series mencionadas anteriormente, considerando que las cifras anuales corresponden a la sumatoria de los dos semestres de cada año. Después de recolectados los datos, se procede a transformar todas las series a logaritmos, esto debido a que las series económicas, en particular el PIB, tienen un crecimiento aproximadamente exponencial y se presentan en miles de millones de pesos, por lo que aplicar logaritmos permite que las variaciones sean proporcionales a la serie original (Stock y Watson, 2012).

Debido a la forma de presentar la información por parte del DANE se tuvieron que realizar unas agrupaciones de actividades económicas en las series de datos del PIB y de la población ocupada, por lo que en el presente proyecto se considerarán las siguientes ramas de actividad: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; explotación de minas y canteras; industrias manufactureras; construcción; suministro de electricidad, gas, vapor y agua; comercio, reparación, transporte y alojamiento; actividades financieras, inmobiliarias, empresariales y comunicaciones; y administración pública, educación y salud, actividades artísticas y de entretenimiento, actividades de los hogares individuales. Una vez definidos los anteriores datos, se procede mediante el software R Studio a ejecutar la metodología descrita en la sección 4, cuyos resultados se presentan en el siguiente capítulo.

7. Resultados

7.1. Análisis descriptivo

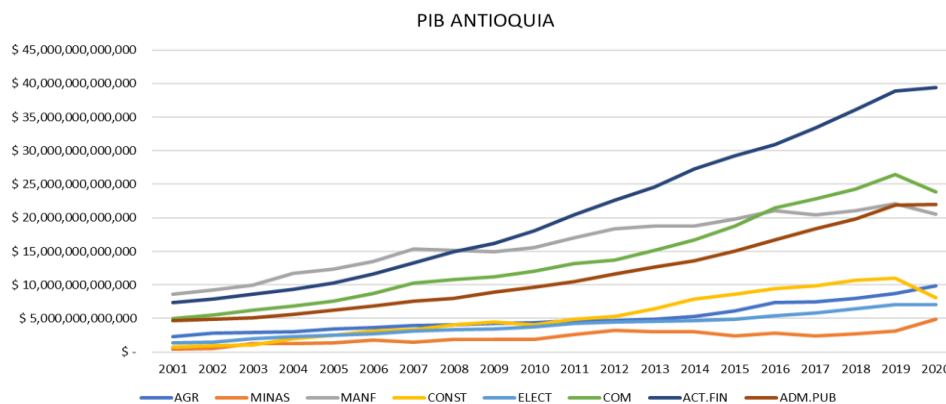
En el siguiente apartado se presenta un análisis descriptivo de las series económicas para cada una de las ciudades de interés, esto con el fin de analizar la evolución sectorial e identificar de forma preliminar los posibles puntos de cambio estructural, los cuales serán posteriormente contrastados con las pruebas econométricas.

7.1.1. PIB

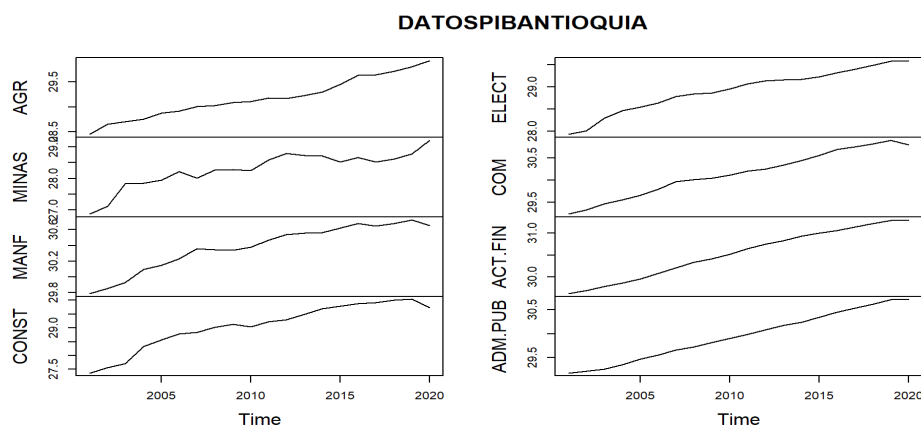
A continuación, se realiza un análisis del PIB a nivel departamental y para Bogotá directamente como distrito capital.

7.1.1.1. Antioquia. En la figura 10, se evidencia el comportamiento que han tenido los sectores económicos en el PIB de Antioquia, donde se destaca el crecimiento que ha tenido en los últimos años el sector de ACT.FIN, el cual incluso logró posicionarse como el principal sector del departamento, superando desde el 2008 las actividades principales de MANF. y COM, este último sector ha ganado también participación en los últimos cinco años, ocupando el segundo lugar dentro del aporte de PIB sectorial, sin embargo, en el último año presenta una disminución de su valor, igual que el sector de CONST. Finalmente, se evidencia que los sectores de AGR, MINAS y ELECT han mantenido su comportamiento a lo largo de los años, sin embargo, no han logrado crecer ni aportar el 10% de lo generado por los primeros sectores.

Figura 10
PIB de Antioquia



Por otro lado, en la figura 11, se presentan las series de tiempo convertidas en logaritmos para el departamento de Antioquia, a su vez, se encuentran desagregadas entre los ocho sectores económicos mencionados en el capítulo seis, esto con el fin de evidenciar posibles rupturas estructurales.

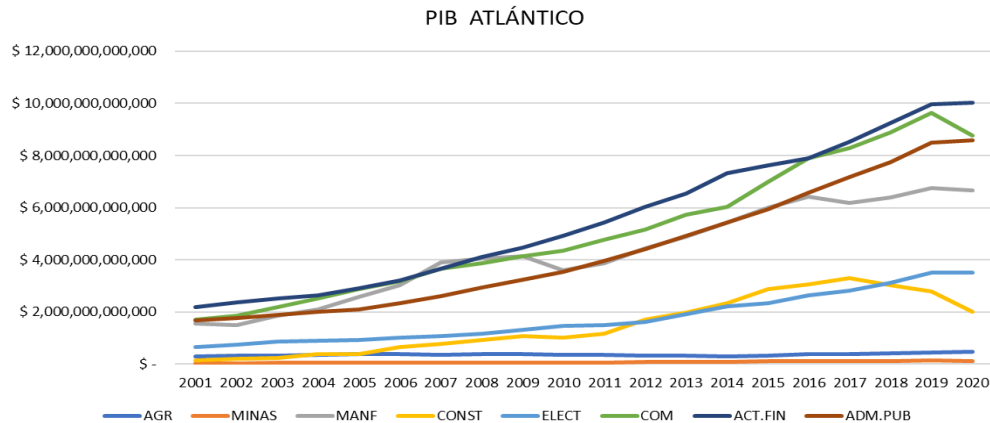
Figura 11*Logaritmos del PIB de Antioquia desagregados por sector económico*

Como se evidencia en la figura 11, existe una posible ruptura en la serie del sector de AGR para el año 2016, donde el PIB incrementó aproximadamente en un 20% con respecto al año anterior, por otro lado, en el sector de MINAS se evidencia una serie económica con múltiples cambios en la tendencia, el principal en el año 2010, donde se observa un quiebre en el aporte al PIB del sector para ese año, de igual forma, los sectores MANF y CONST presentan también un posible cambio en su estructura en este mismo año, donde se evidencia que a partir de la fecha la serie comenzará a aumentar y a estabilizar su comportamiento. Finalmente, se evidencia que los sectores de ELECT, COM, ACT.FIN y ADM.PUB, presentan series lineales con mínimas variaciones, por lo que gráficamente no es posible identificar la existencia de cambios estructurales en dichas series.

7.1.1.2. Atlántico. Con respecto al crecimiento y el aporte de cada uno de los sectores económicos al PIB del departamento se presenta la figura 12, donde se evidencia una fuerte competencia entre los sectores de ACT.FIN y COM, los cuales en los últimos años han aportado la mayor parte al PIB, sin embargo, como se evidencia en el último año el sector de COM comienza a decrecer, probablemente a raíz de la pandemia por el virus de COVID19. Otro sector que ha presentado un fuerte crecimiento a lo largo de los años es el ADM.PUB, que incluso logró superar a partir del 2016 el valor generado por las actividades del sector MANF. Por su parte, las labores de CONST evidencian una tendencia positiva a lo largo de los años, pero a partir del año 2017 su comportamiento cambia debido a un decrecimiento, con el cual el sector pierde relevancia y es sobrepasado por el sector ELECT que presenta una tendencia exponencial, Finalmente, se puede

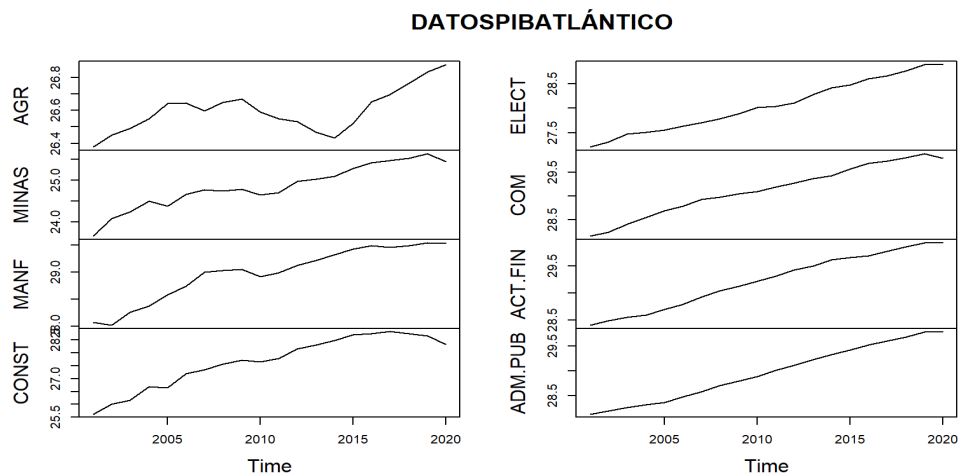
evidenciar que el departamento del Atlántico no tiene su fuerte en los sectores de AGR y MINAS, los cuales presentan el menor aporte al PIB y no evidencian crecimiento a lo largo de los años.

Figura 12
PIB de Atlántico



Por otra parte, con el fin de identificar gráficamente los cambios estructurales se presenta en la figura 13 los logaritmos del Producto Interno Bruto desagregado para cada uno de los sectores económicos del departamento del Atlántico.

Figura 13
Logaritmos del PIB de Atlántico desagregados por sector económico

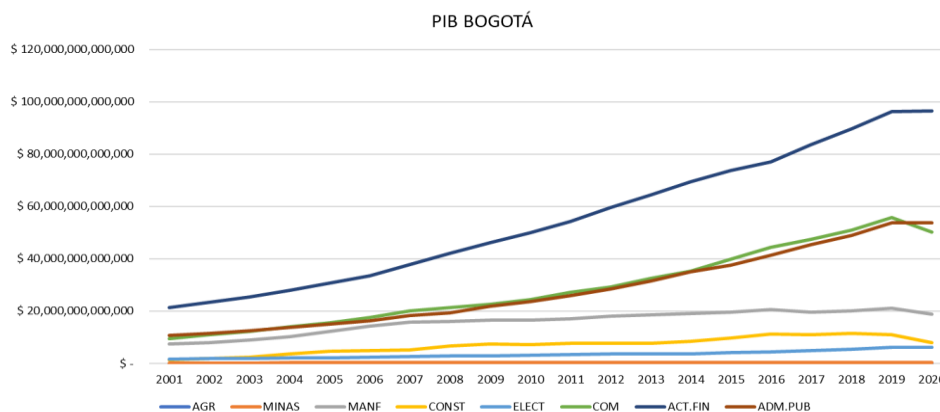


Como se evidencia en la figura 13, el sector de AGR presenta un notorio cambio en el comportamiento de la serie de tiempo para el año 2014, en el cual se observa una disminución del aporte de este sector al PIB del departamento, pero posteriormente el sector comienza nuevamente comenzará a aumentar su valor agregado, situación similar a la presentada en los sectores de MINAS y MANF, para los años 2011 y 2010 respectivamente; por su parte, el sector de CONST presenta la mayor variación de PIB en el año 2006, donde el valor generado por el sector

incrementó un 74% con respecto al año anterior; mientras que, los sectores de ELECT, COM, ACT.FIN y ADM.PUB, presentan series lineales en las cuales gráficamente no se evidencian cambios en la tendencia y por ende no es posible identificar rupturas en la estructura.

7.1.1.3. Bogotá. Para analizar la evolución sectorial en la ciudad de Bogotá se presenta la figura 14, donde se observa que el sector de ACT.FIN se mantiene posicionado a lo largo de los años como el que genera mayores aportes al PIB en la ciudad, seguido por los sectores de ADM.PUB y COM, los cuales tienen un comportamiento muy similar en los últimos veinte años, sin embargo, en el 2019 el sector COM comienza a descender su aporte mientras que el otro sector mantiene estable su valor. En Bogotá, la presencia del sector MANF no es tan marcada como en los anteriores departamentos, incluso su aporte al PIB se mantiene estable a lo largo del tiempo, no obstante, genera mayores cifras que las actividades de CONST, AGR, ELECT y MINAS, donde estas dos últimas mantienen una tendencia casi constante a lo largo de los años. Los sectores que menos aportan y mueven el PIB de la ciudad son MINAS y AGR, este último no es posible observar en la figura, debido a que sus aportes son menores al 10% de los generados por el sector de MINAS.

Figura 14
PIB de Bogotá

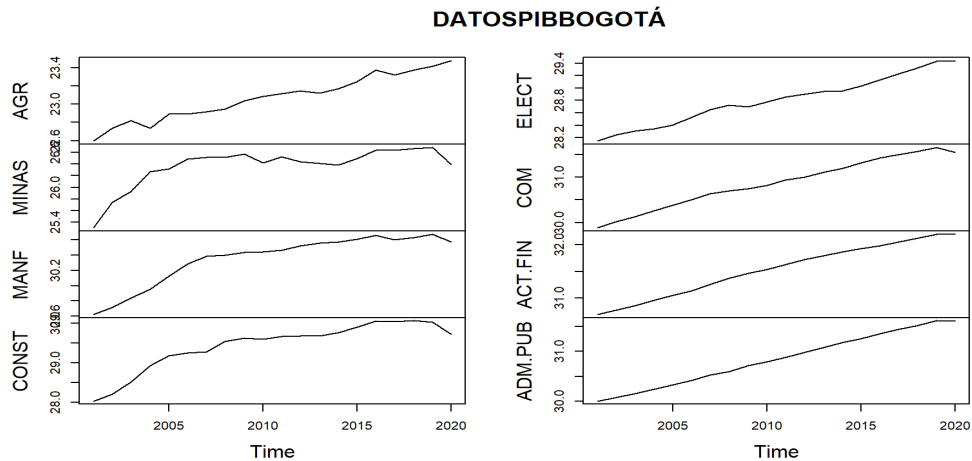


Con el objetivo de identificar rupturas en la serie, se presentan en la figura 15 los logaritmos del PIB desagregado por sectores económicos para Bogotá D.C, donde se observan dos posibles cambios estructurales para la serie de AGR, el primero en el año 2004, donde se evidencia una disminución aproximadamente del 8% del aporte de este sector al PIB, por otro lado, en el año 2016 se presenta un cambio en la tendencia de la serie, donde el valor aumentó en un 13% con respecto al año anterior. Así mismo, el sector MINAS presenta dos variaciones notorias en la

tendencia de la serie, correspondientes a los años 2010 y 2014 donde disminuye su aporte al PIB de Bogotá; por su parte, el sector de MANF y de CONST presentan una ruptura en el año 2007, donde se evidencia un cambio en la tendencia de la serie. Por otro lado, en las series de COM, ACT.FIN y ADM.PUB, no se evidencian variaciones en el comportamiento anual de la serie, por lo que gráficamente se podría inferir la ausencia de rupturas estructurales.

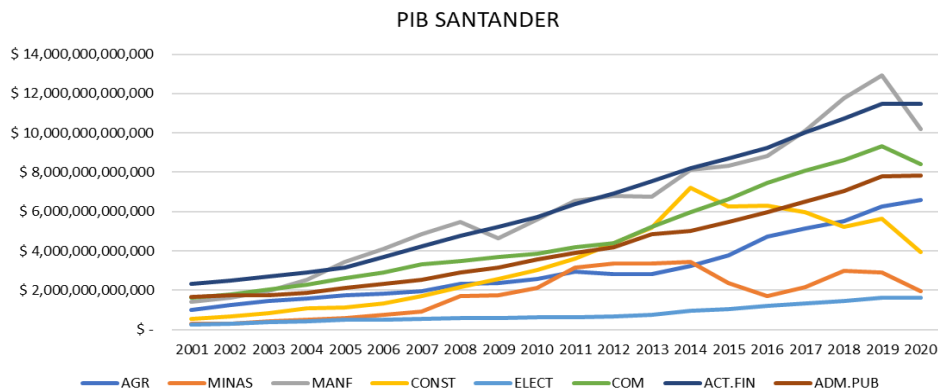
Figura 15

Logaritmos del PIB de Bogotá desagregados por sector económico



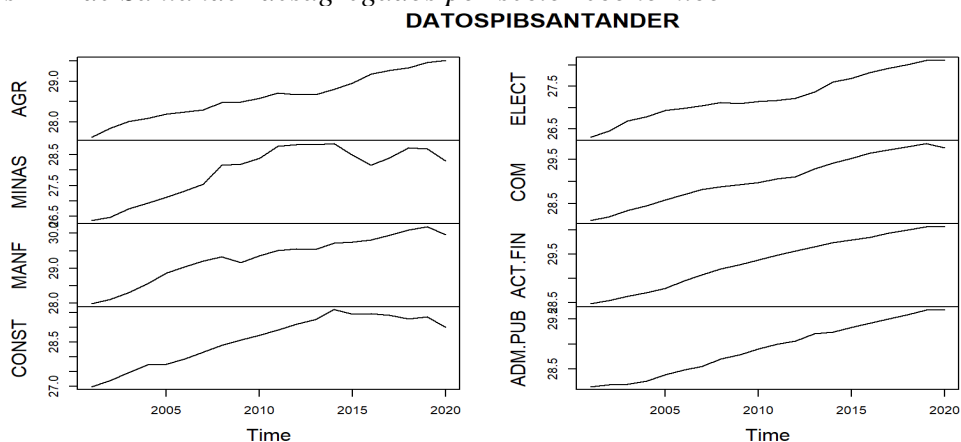
7.1.1.4. Santander. Con respecto a la distribución sectorial se evidencia en la figura 16 que los sectores con mayor aporte al PIB y crecimiento en los últimos 20 veinte años son los de ACT.FIN y MANF, este último sector a pesar de las caídas presentadas ha logrado mantenerse como uno de los pilares de la economía Santandereana, superando incluso en el 2017 a las ACT.FIN, sin embargo, en el 2019 su aporte comienza a decrecer, situación similar a la presentada en los sectores de COM, CONST y MINAS. Como tercer sector importante se encuentra el COM, el cual ha logrado aumentar sus cifras y sobrepasar a las actividades generadas por ADM.PUB y CONST, con respecto a este último sector, se evidencia que comenzó creciendo y ganando terreno en el departamento, alcanzando incluso desde 2013 los valores generados por COM, sin embargo, a partir del año 2014 comienza a disminuir su aporte al PIB y es rebasado por el sector de la AGR, que a diferencia de los anteriores departamentos en Santander sí presenta mayor dinamismo y crecimiento en los últimos 7 años, situación semejante a la del sector de MINAS, en el cual se evidencia un crecimiento hasta el año 2014. Finalmente, se observa que el departamento no se encuentra impulsado por las actividades de ELECT, sector cuyo comportamiento ha sido casi constante a lo largo de los años.

Figura 16
PIB de Santander



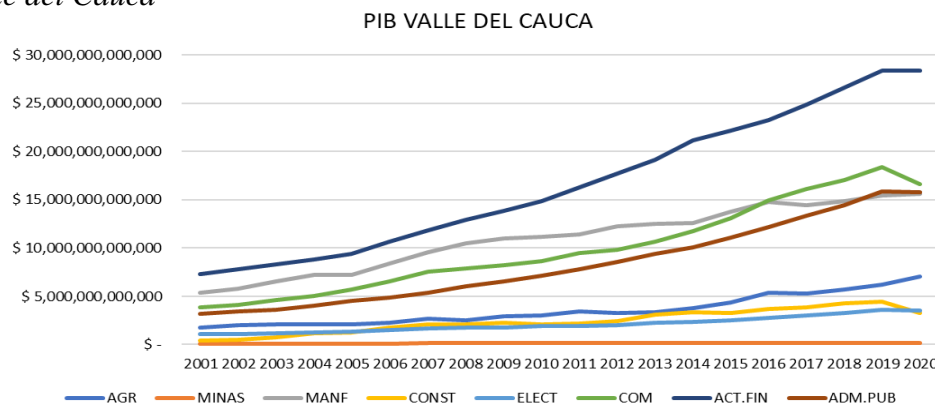
Por otro lado, en la figura 17 se presentan los logaritmos del PIB, con la finalidad de evidenciar posibles rupturas estructurales en los sectores económicos del departamento de Santander, en dicha figura se observa para el sector AGR un cambio en la pendiente debido al aumento del aporte al PIB a partir del año 2013, por su parte, la serie de MINAS presenta múltiples variaciones en la tendencia, pero resalta la disminución del PIB en el año 2016, donde se presenta una caída del 31% con respecto al año anterior. El sector de CONST presenta un posible cambio estructural en el año 2014, donde alcanza su máximo valor de PIB, pero posteriormente comienza a disminuir, mientras que en la serie de MANF y ELECT los puntos de cambio, 2009 y 2014 respectivamente, son los años desde los cuales los sectores económicos comienzan a incrementar su aporte al PIB. Finalmente, no es posible gráficamente establecer puntos de cambio estructural para los sectores de COM, ACT.FIN y ADM.PUB, ya que no son notorias las fechas donde la tendencia de la serie cambia.

Figura 17
Logaritmos PIB de Santander desagregados por sector económico



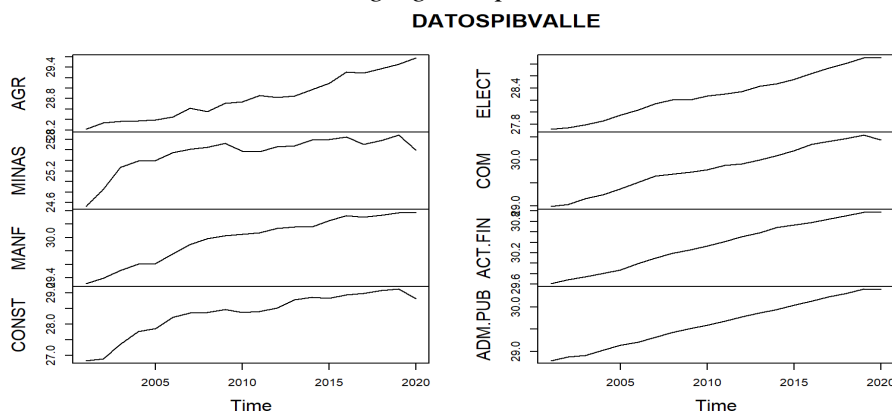
7.1.1.5. Valle del Cauca. Con el fin de visualizar la transición sectorial en el departamento se presenta la Figura 18, donde se evidencia que el Valle del Cauca se encuentra impulsado principalmente por las actividades generadas en el sector de ACT.FIN, seguido por los sectores de MANF y COM, este último presentando desde el año 2016 un mayor aporte al PIB. Así mismo, es de resaltar el crecimiento exponencial que ha presentado el sector de ADM.PUB a lo largo de los años, posicionándose como el cuarto sector más relevante del departamento. Por otro lado, en el Valle del Cauca se presenta un mayor crecimiento del sector de AGR, donde se evidencia que a diferencia de los anteriores departamentos este sector siempre ha superado las actividades de CONST, ELECT y MINAS, este último presentando además la menor cantidad de aporte al PIB, donde sus cifras no alcanzan ni el 10% de las generadas por el sector de ELECT.

Figura 18
PIB de Valle del Cauca



Finalmente, se presenta en la figura 19 las series económicas correspondientes a los logaritmos del PIB del departamento del Valle del Cauca, esto con el objetivo de identificar gráficamente la existencia de rupturas estructurales en los sectores.

Figura 19
Logaritmos PIB del Valle del Cauca desagregados por sector económico



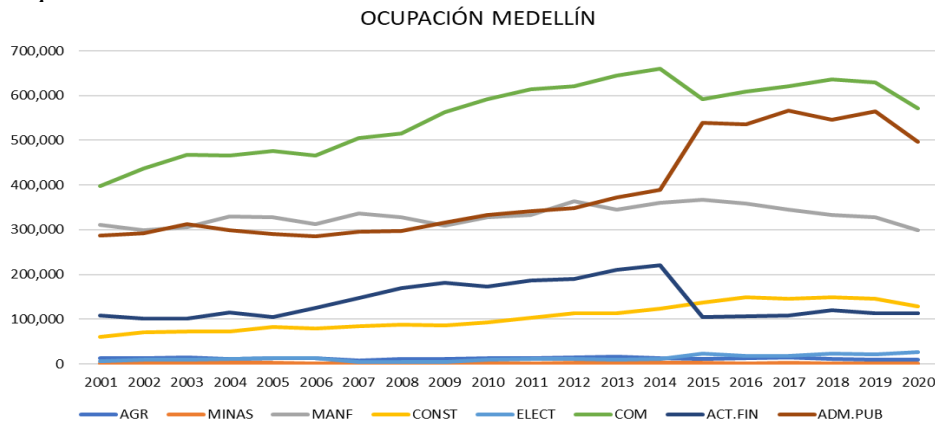
Como se evidencia en la figura 19, el sector de AGR ha mantenido en promedio una tendencia a incrementar su aporte al PIB, sin embargo, presenta dos posibles cambios estructurales, el primero en 2008 cuando la serie tiene una pequeña caída de 6%, mientras que en el segundo la serie de tiempo aumenta un 23% en el año 2016 con respecto al año anterior, por su parte el sector de MINAS presenta en el año 2010 una pequeña variación en la tendencia de la serie, lo que puede indicar la existencia de una ruptura estructural, así mismo, las variaciones presentadas en los sectores de MANF y CONST para el año 2014 y 2012 donde la serie disminuye y se evidencia un cambio en la pendiente. Por otro lado, los sectores de ELECT y COM presentan un crecimiento lineal, el cual solo se ve afectado en dos puntos, 2008 y 2007 respectivamente, mientras que en las series de ACT.FIN y ADM.PUB la tendencia lineal no permite identificar la existencia de cambios estructurales.

7.1.2. Población ocupada

A continuación, se realiza un análisis de la población ocupada para las principales ciudades del país.

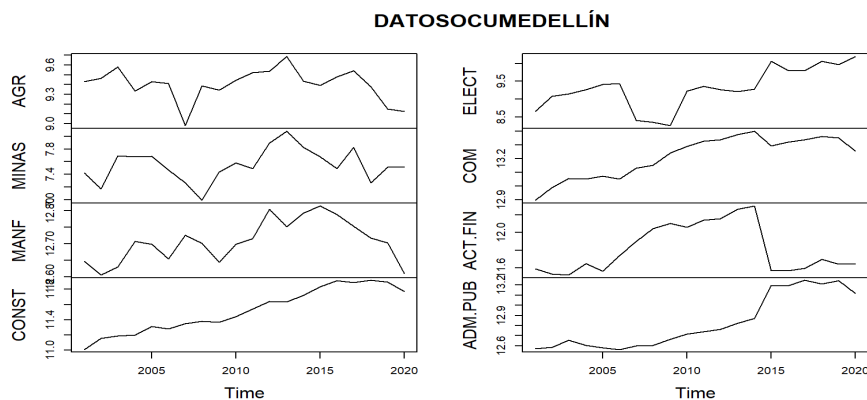
7.1.2.1. Medellín. Con el fin de visualizar la distribución sectorial de la población ocupada de la ciudad de Medellín se presenta la figura 20, donde se observa que la mayor parte de los ciudadanos se encuentra desarrollando actividades en el sector de COM, seguido por las actividades de ADM.PUB, el cual ha ido aumentando su generación de empleo y en los últimos cinco años ha estado cercano a los valores de COM, por su parte el sector de MANF ha mantenido un comportamiento estable a lo largo de los años, sin embargo, desde 2015 presenta una leve disminución en la cantidad de empleados. Si bien el sector de ACT.FIN como se mencionaba anteriormente es uno de los que mayores aportes realiza al PIB, no genera gran cantidad de empleos, incluso desde el año 2014 ha comenzado a disminuir su población ocupada, siendo rebasado por el sector de CONST en el año 2015. Por su parte, los sectores de ELECT, AGR y MINAS presentan una mínima cantidad de personas empleadas, esto debido también a la poca participación de estos sectores en el PIB.

Figura 20
Población ocupada de Medellín



Por otro lado, para evidenciar el comportamiento individual de las series logarítmicas y las posibles rupturas estructurales de los sectores económicos que emplean mayor cantidad de personas en la ciudad de Medellín se presenta la figura 21.

Figura 21
Logaritmos de población ocupada de Medellín desagregados por sector económico



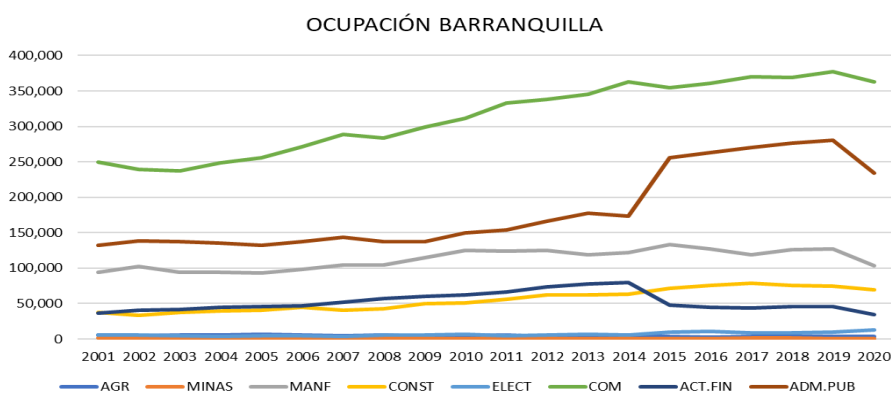
Como se evidencia en la figura 21, la mayor parte de los sectores económicos de Medellín presentan variaciones en su estructura, por ejemplo, en el sector de AGR se observa un decrecimiento de la serie para el año 2007 y 2020, donde se encuentra el menor porcentaje de personal ocupado; por su parte el sector de MINAS presenta dos posibles cambios estructurales, en el año 2008 donde el sector disminuye el reclutamiento de personal, para posteriormente aumentar y llegar a un pico en el año 2017, donde comienza nuevamente la serie a decrecer. El sector de MANF presenta igualmente múltiples variaciones, destacándose el año 2012, donde la serie aumenta, pero posteriormente cambia a una tendencia decreciente. Con respecto a los sectores económicos de CONST y COM su comportamiento permite visualizar unas pequeñas variaciones

en los años 2013 y 2015 respectivamente, donde la serie presenta una disminución de la cantidad de personal ocupado.

Por otro lado, los sectores de ELECT y ACT.FIN presentan cambios en la tendencia más notorios, como los evidenciados en los años 2010 y 2014 respectivamente, donde la cantidad de personas empleadas en estos sectores disminuye en gran medida, pero teniendo en cuenta que solo para el primer sector la serie logra nuevamente incrementar. El sector de ADM.PUB presenta una ruptura para el año 2014, donde se observa que a partir de la fecha la serie de tiempo comienza a aumentar. Finalmente, se evidencia que los sectores económicos de MANF, CONST, COM y ADM.PUB presentan en el último año una disminución de la población ocupada.

7.1.2.2. Barranquilla. Al analizar la población ocupada según los sectores económicos, se evidencia en la figura 22 un comportamiento similar al de la ciudad de Medellín, donde el principal generador de empleos en la ciudad de Barranquilla son las actividades de COM, seguidas por ADM.PUB y MANF, este último manteniendo su población ocupada sobre las cien mil personas a lo largo del tiempo, sin embargo, en el año 2019 presenta una disminución de empleados, al igual que los sectores de COM, ADM.PUB Y ACT. FIN. Por su parte, para el sector de ELECT, si bien presenta cifras superiores de PIB a las generadas por los sectores de AGR y MINAS, en la población ocupada se evidencia un valor casi equivalente a estos últimos dos sectores.

Figura 22
Población ocupada de Barranquilla

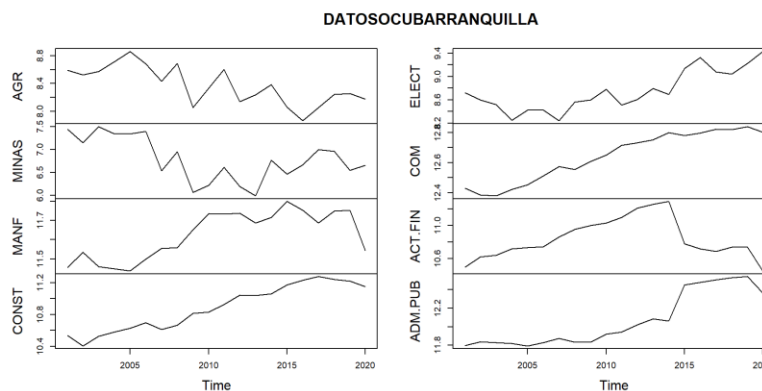


En la figura 23 se presentan los datos correspondientes a los logaritmos de los sectores económicos para la población ocupada de la ciudad de Barranquilla, donde se evidencia que los sectores de AGR, MINAS y ELECT no presentan una tendencia claramente definida, por lo que

gráficamente no es posible identificar los puntos de cambio estructural para estas series. Por su parte, las series de CONST y COM presentan un crecimiento lineal donde se observan pequeñas variaciones en la tendencia de la serie en los años 2007 y 2008 respectivamente, donde la cantidad de personal ocupado en dichos sectores disminuye, para posteriormente aumentar su proporción y estabilizar su tendencia. Con respecto al sector de MANF se evidencia en el año 2010 un aumento en la serie, sin embargo, la tendencia cambia nuevamente en el año 2013 y 2016 donde se presentan caídas en la cantidad de empleos generados en el sector. Por otro lado, en el sector de ACT. FIN se evidencia un notorio cambio en la tendencia de la serie para el año 2014, donde la población ocupada llega a un valor máximo y posteriormente disminuye en un 39%; mientras que en el sector de ADM.PUB sucede lo contrario, ya que en ese mismo año se presenta una variación en el comportamiento de la serie, donde después del 2014 la cantidad de empleados por el sector comienza a incrementar. Finalmente, se evidencia que, en todos los sectores económicos, a excepción de MINAS y ELEC, la cantidad de población ocupada comienza a disminuir en el penúltimo año.

Figura 23

Logaritmos de población ocupada de Barranquilla desagregados por sector económico



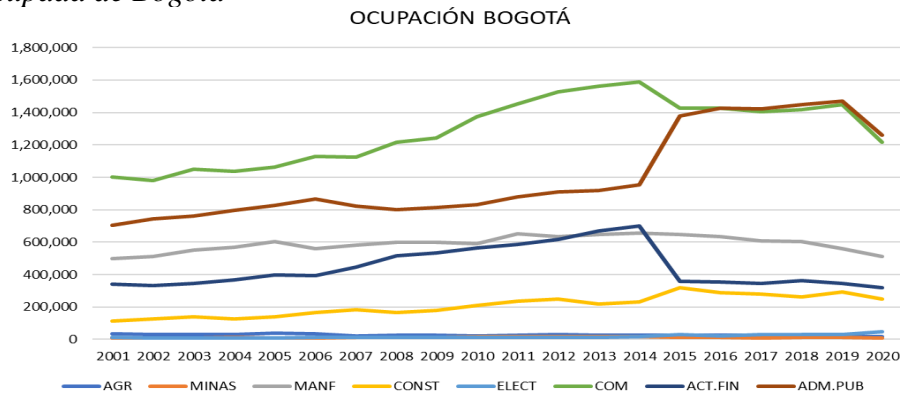
7.1.2.3. Bogotá.

La evolución sectorial de la población ocupada en Bogotá se puede visualizar en la figura 24, en la cual se evidencia que la mayor parte de la población de la ciudad desarrolla actividades del sector de COM, sin embargo, este sector ha disminuido la generación de empleos en los últimos cinco años, siendo rebasado incluso por el sector ADM.PUB, el cual viene presentando un crecimiento significativo desde el año 2014, por otro lado, a partir de ese año se evidencia un

decrecimiento en el sector de ACT.FIN, lo que conlleva a que este sector pierda relevancia, mientras que en el sector de MANF se mantiene en la cantidad de personas ocupadas y logra convertirse en el tercer sector con mayor generación de empleo. Finalmente, los sectores de AGR, MINAS y ELECT, los cuales cabe recordar son los que menor aporte realizan al PIB de la ciudad, son también los que menor cantidad de personas emplean según la figura.

Figura 24

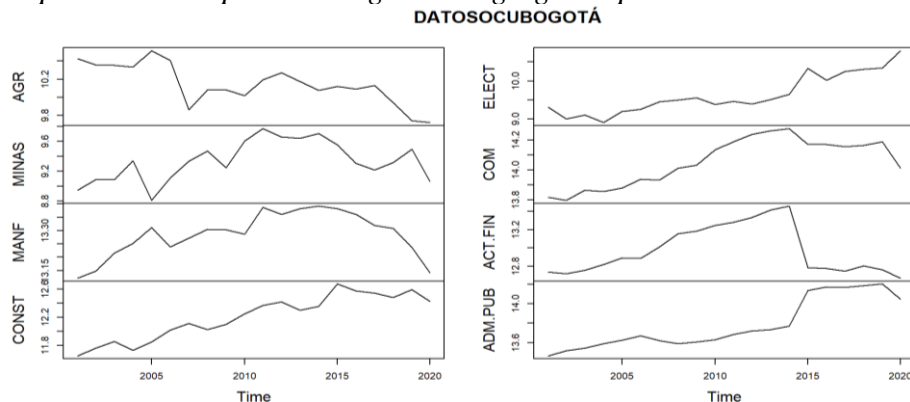
Población ocupada de Bogotá



Con el fin de visualizar las posibles rupturas, en la figura 25 se presentan los logaritmos de la población ocupada para la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta los ocho sectores económicos.

Figura 25

Logaritmos de población ocupada de Bogotá desagregados por sector económico



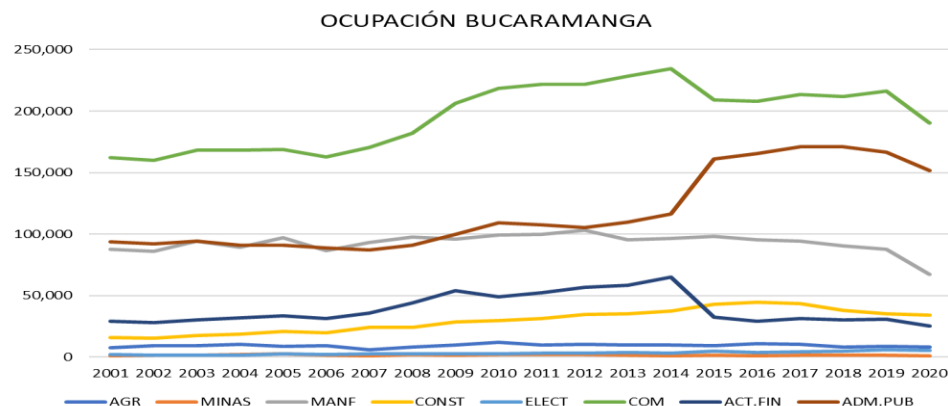
Como se observa en la figura 25, el sector de AGR presenta un posible cambio en la serie para el año 2007, donde la población ocupada cae aproximadamente un 42%, además, en los años 2019 y 2020 se presentan las menores cifras de empleo para este sector, por su parte el sector de MINAS presenta dos posibles cambios estructurales reflejados en las disminuciones de la cantidad de personas ocupadas en el sector para los años 2005 y 2009, donde se evidencia una tendencia a decrecer drásticamente, pero al siguiente año incrementar la tasa de personal ocupado. Por otro

lado, la serie del sector de MANF presenta gráficamente unas subdivisiones en dos años, 2006 y 2010, donde se puede evidenciar que la serie cambia su tendencia debido a las caídas de la cantidad de personas ocupadas en ese año. Con respecto a los sectores de CONST y ELECT, se observa que las series presentan en el año 2015 su máximo valor, donde además el comportamiento de la serie se ve afectado y comienza a decrecer, situación similar a la presentada en el 2014 para los sectores de COM y ACT.FIN, en este último la disminución posterior es de aproximadamente un 48% lo que refleja la baja de este sector en la generación de empleo en la ciudad de Bogotá. Finalmente, al igual que en las anteriores ciudades mencionadas el sector de ADM. PUB presenta gráficamente una ruptura en la serie para el año 2014, donde se evidencia el cambio en la tendencia y un posterior incremento de la población ocupada.

7.1.2.4. Bucaramanga. La población ocupada de la ciudad de Bucaramanga se evidencia en la figura 26, donde se observa que a lo largo de estos veinte años la mayor parte de los ciudadanos ha estado empleado en el sector de COM y ADM.PUB, si bien este segundo sector ha crecido significativamente en los últimos años no ha logrado posicionarse y alcanzar la generación de empleo que tiene el sector de COM, pero si ha sobrepasado al sector de MANF, el cual ha decrecido desde el año 2015. Por otro lado, se evidencia que el sector de ACT.FIN ha ido disminuyendo la contratación de personal desde el año 2014, incluso en los últimos cinco años ha sido superado por el sector de CONST. Finalmente, cabe resaltar que, en la ciudad de Bucaramanga, a diferencia de las anteriores ciudades, la cantidad de personas que realizan labores en el sector de AGR es superior a los sectores de ELECT y MINAS.

Figura 26

Población ocupada de Bucaramanga



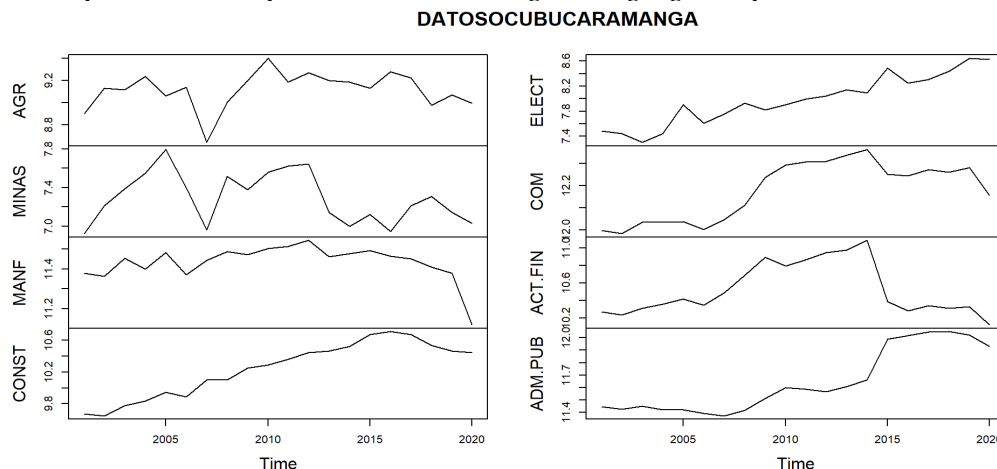
Con respecto a la existencia de cambios estructurales se presenta la figura 27, con los

logaritmos de la población ocupada para la ciudad de Bucaramanga, la cual evidencia una partición de la serie de AGR en el año 2007, donde la caída de empleo en el sector es de 39,14% con respecto al año anterior, en este mismo año el sector de MINAS presenta una situación similar, donde posteriormente logra aumentar la generación de empleo hasta que en el año 2013 nuevamente comienza a descender. Por su parte, el sector de MANF presenta un comportamiento estable a lo largo de los años, a excepción del 2017, donde se evidencia un cambio en la estructura y la cantidad de personas ocupadas por el sector comienza a disminuir, igual que en el sector de CONST donde se puede identificar una pequeña variación en la tendencia de la serie para el año 2017, en el cual el sector deja de aumentar la contratación de personal.

Así mismo, en las series de COM y ACT. FIN se evidencia un posible cambio en el año 2014, donde los sectores alcanzan la mayor población ocupada, pero posteriormente comienzan a disminuirla, teniendo en el sector de ACT.FIN un decrecimiento del 50% para el año 2015. Por otro lado, el sector de ELECT gráficamente podría subdividirse en 3 series, por las rupturas generadas en los años 2005 y 2015, donde se evidencian aumentos en la población ocupada y posteriormente disminuciones que permiten estabilizar nuevamente el comportamiento lineal de la serie. Prosiguiendo, se evidencia en la figura 26 que el sector de ADM.PUB presenta un cambio en la tendencia de la serie para el año 2014, donde a partir de la fecha se incrementa el empleo generado por el sector en un 38%. Finalmente, se observa que la mayoría de los sectores económicos generan en Bucaramanga un menor empleo en el último año, a excepción de CONST y MINAS que se mantienen estables con respecto al año anterior.

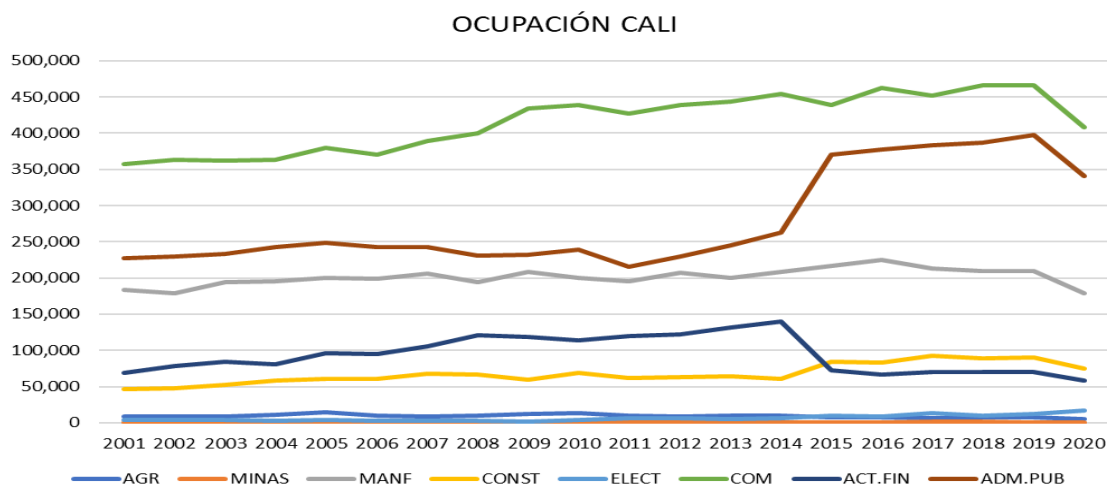
Figura 27

Logaritmos de población ocupada de Bucaramanga desagregados por sector económico

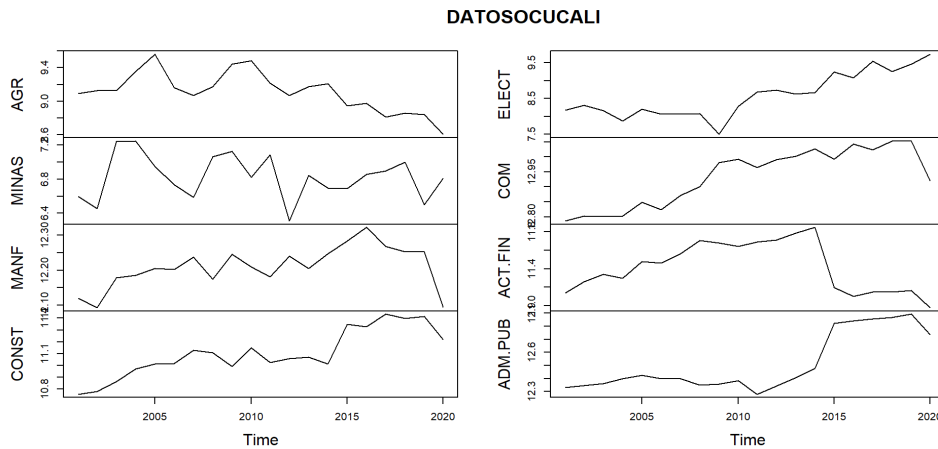


7.1.2.5. Cali. La población ocupada para la ciudad de Cali se presenta en la figura 28, donde se observa que al igual que las anteriores ciudades colombianas la mayor generación de empleo corresponde al sector de COM, y aunque en el año 2019 este sector presenta un decrecimiento, la cantidad de personas ocupadas sigue siendo superior a la de los demás sectores. Como segundo sector relevante se encuentra la población empleada en actividades de ADM.PUB, sector que desde el 2014 ha presentado un aumento de empleo en la ciudad. Por su parte, el sector de MANF, aunque genera un aporte al PIB superior al de ADM.PUB presenta una contratación de personal estable a lo largo de los años e inferior a la del sector mencionado. Con respecto al sector de ACT.FIN al igual que en las anteriores ciudades se evidencia un crecimiento hasta el año 2014, donde posteriormente comienza a decrecer el empleo generado por el sector y en el año 2015 es rebasado por el sector de CONST. Finalmente, se evidencia que el sector de MINAS emplea la menor cantidad de población, seguido por los sectores de ELECT y AGR, este último, si bien tiene mayores aportes al PIB que los otros dos sectores mencionados, no logra generar más de quince mil empleos en la ciudad de Cali.

Figura 28
Población ocupada Cali



Finalmente, se presenta la figura 29 con los logaritmos de la población ocupada por sectores económicos para la ciudad de Cali, con el fin de evidenciar los puntos de cambio estructurales.

Figura 29*Logaritmos de población ocupada Cali desagregados por sector económico*

Como se evidencia en la anterior figura, los sectores de AGR y MINAS presentan series con bastante dinamismo, por lo que gráficamente no es posible identificar los puntos de cambio estructural. Así mismo, en el sector de MANF se observan múltiples variaciones en la población ocupada por este sector, sin embargo, se destaca el cambio generado en 2016 por el aumento significativo de empleo. Por su parte, en la serie de CONST se evidencia una ruptura de la serie en el año 2014, fecha en la cual la cantidad de personas ocupadas comienza a incrementar hasta en un 40% para el 2015, mientras tanto, el sector de COM presenta en el año 2008 una posible ruptura estructural. La serie del sector de ELECT gráficamente se puede dividir en dos periodos, debido al descenso evidenciado para el año 2019, así mismo, las series de ACT.FIN y ADM.PUB se pueden subdividir en el año 2014, en el primer caso la serie llega a un punto máximo de generación de empleos y comienza a disminuir aproximadamente en un 48% para el año 2015, mientras que para el segundo sector la serie comienza a aumentar a partir de la ruptura y logra generar un 40% más de empleos. Finalmente, se evidencia que, en la mayoría de los sectores, a excepción de MINAS y ELECT, en el último año la población ocupada comienza a disminuir.

7.1.3. Educación Superior

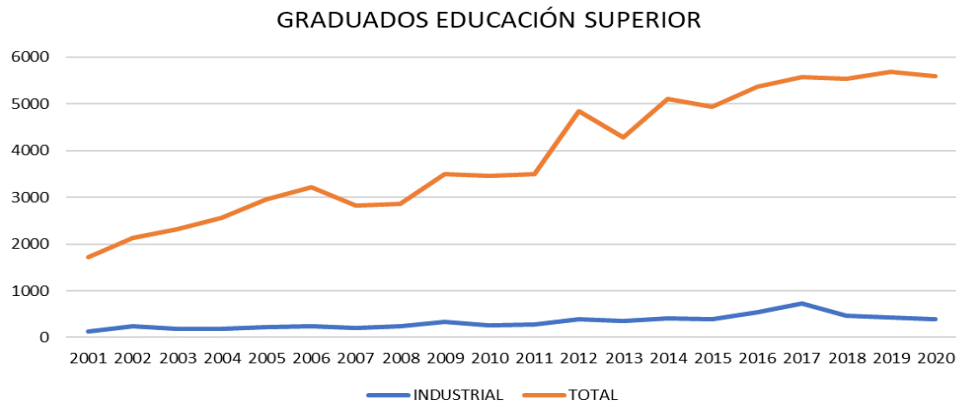
En el presente apartado se realiza un análisis de las series de educación superior para las principales ciudades del país.

7.1.3.1. Medellín. Con el fin de visualizar la cantidad de graduados de ingeniería industrial con respecto al total de ingenierías se presenta la figura 30, en la que se evidencia como a lo largo de los últimos veinte años la serie TOTAL ha ido incrementando su valor hasta alcanzar una cifra

de más de cinco mil graduados en la ciudad de Medellín, mientras que la serie INDUSTRIAL logró su máximo valor en el año 2017 y, posteriormente, comenzó a decrecer la cantidad de egresados. Por otro lado, gráficamente también se observa que la serie INDUSTRIAL no logra ser ni el 15% de la serie TOTAL, sin embargo, al considerar que en la ciudad se ofertan otras 55 ingenierías se puede inferir que el programa académico tiene un peso significativo en la ciudad.

Figura 30

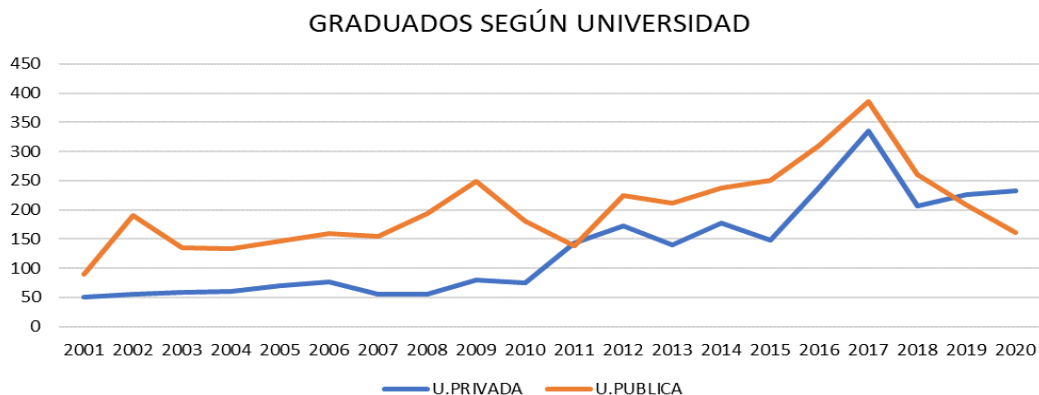
Graduados de ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Medellín.



Por otra parte, la cantidad de graduados de ingeniería industrial también puede desagregarse según el tipo de universidad como se evidencia en la figura 31, en la cual se observa que en promedio la mayor parte de egresados de la ciudad de Medellín corresponde a estudiantes de U.PÚBLICA, debido probablemente a la cantidad de universidades de este tipo que ofertan el programa académico. Por otro lado, se evidencia que la serie de U.PRIVADA ha ido en aumento en los últimos años, incluso a partir del año 2019 logra sobrepasar la cantidad de graduados de U.PÚBLICA.

Figura 31

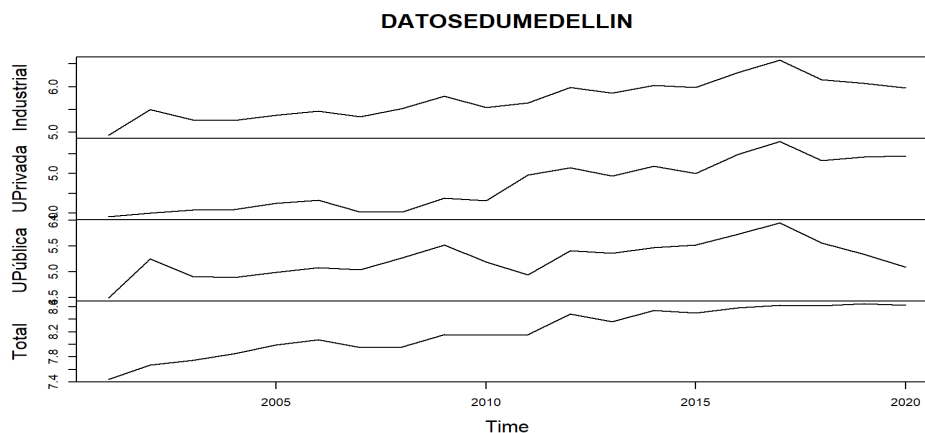
Graduados según tipo de Universidad para Medellín



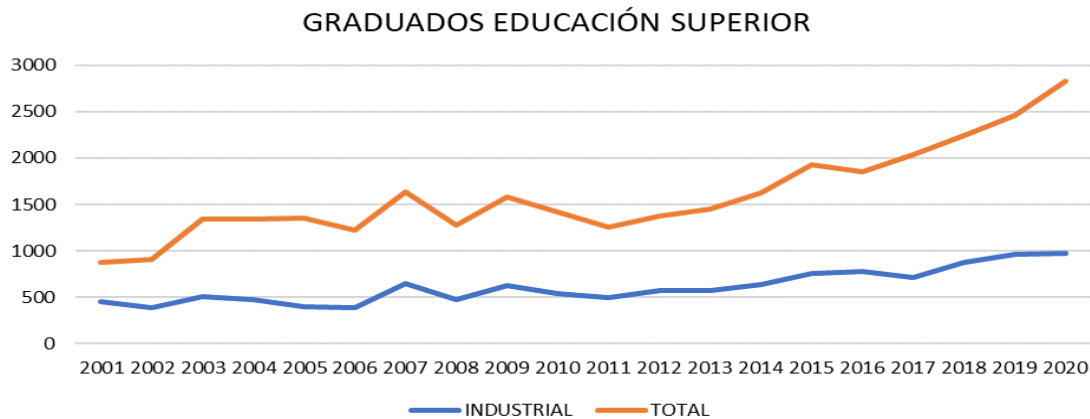
Por otra parte, para observar las posibles rupturas estructurales se presentan los datos logarítmicos de educación superior para la ciudad de Medellín en la figura 32, donde se evidencia que la serie de INDUSTRIAL exhibe algunas variaciones en la cantidad de graduados, pero la más notoria es la presentada en el año 2017, donde la serie alcanza su máximo valor, pero posteriormente comienza a disminuir a partir del siguiente año, situación que se presenta también para las series de U.PRIVADA y U.PÚBLICA, sin embargo, en la primera de estas se evidencia también una posible ruptura estructural para el año 2010, donde se encuentra que a cantidad de graduados a partir de la fecha comienza a incrementar hasta en un 90% para el año 2011, mientras que en el caso de la serie U.PÚBLICA en este año se presenta una de las menores cifras de graduados de ingeniería industrial. Finalmente, en la serie TOTAL se observa un cambio en la tendencia para el año 2012, donde el comportamiento casi estable de la serie se ve afectado por un incremento de aproximadamente 39% de la población graduada en ingeniería en ese año.

Figura 32

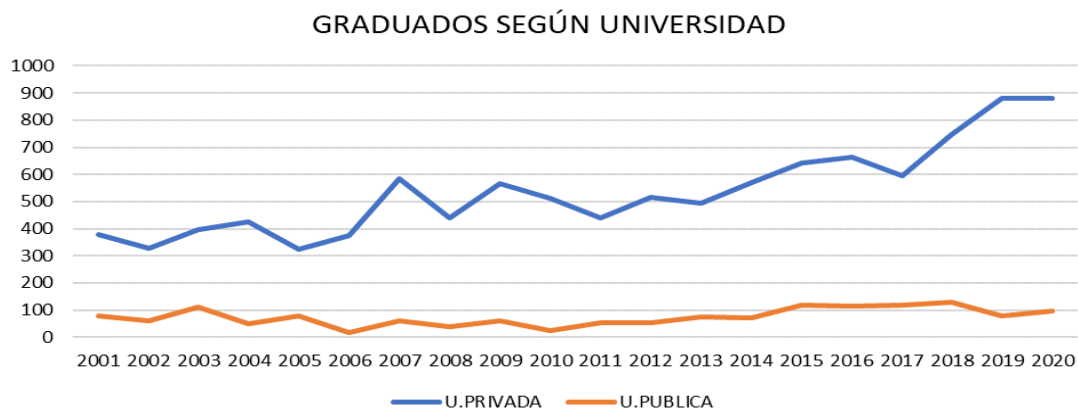
Logaritmos de graduados de Educación Superior de Medellín



7.1.3.2. Barranquilla. La cantidad de graduados de ingeniería industrial con respecto al total de ingenierías ofertadas en la ciudad de Barranquilla se evidencia en la figura 33, donde se puede observar un comportamiento similar de las dos series hasta el año 2015, posteriormente la serie TOTAL comienza a crecer en grandes proporciones, mientras la serie de INDUSTRIAL aumenta en poca magnitud. Por otro lado, se evidencia que los graduados de INDUSTRIAL corresponden en promedio al 39% del TOTAL, lo que refleja que en esta ciudad gran parte de los estudiantes prefieren este programa académico y sus afines sobre las otras 19 ingenierías ofertadas en Barranquilla.

Figura 33*Graduados de Ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Barranquilla*

Con respecto a los graduados de ingeniería industrial se presentan desagregados por el tipo de universidad en la figura 34, donde se evidencia que, a diferencia de la ciudad de Medellín, en Barranquilla predominan los egresados de U.PRIVADA y si bien la serie presenta varios decrecimientos en los últimos años, su valor sigue siendo en promedio de 500 egresados por año, mientras que la serie de U.PÚBLICA no gradúa más de 130 estudiantes por año, esto probablemente ocasionado porque en la ciudad solo se cuenta con una universidad pública que oferta el programa académico.

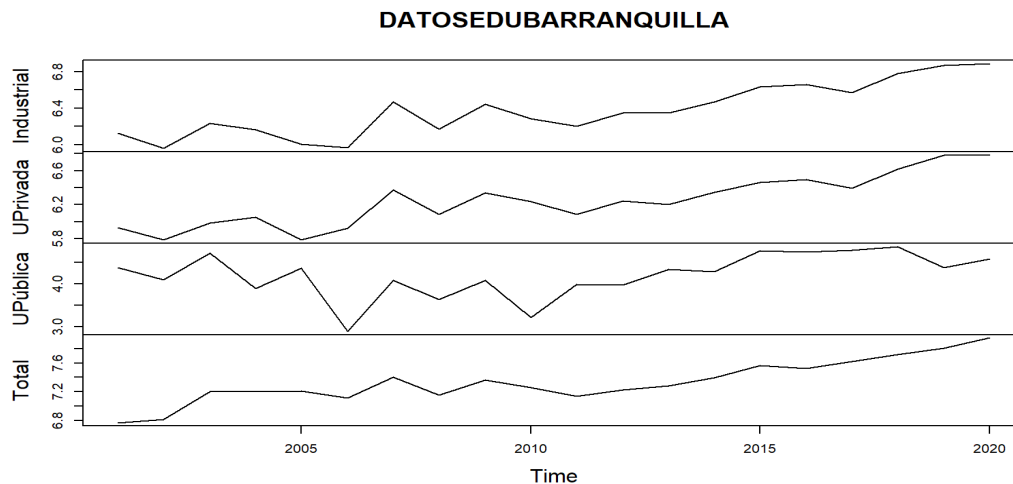
Figura 34*Graduados según tipo de Universidad para Barranquilla*

En la figura 35 se presentan las series logarítmicas con la finalidad de observar gráficamente las rupturas estructurales de la serie de educación superior para la ciudad de Barranquilla, donde se evidencia que las cuatros series presentadas tienen múltiples variaciones, por ejemplo, en INDUSTRIAL y U.PRIVADA se pueden dividir las series en cuatro partes

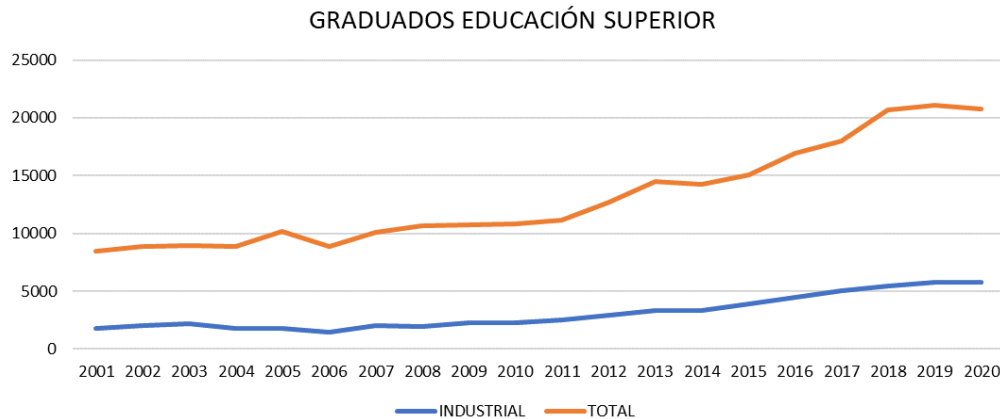
considerando como rupturas los años 2006, 2011 y 2017, teniendo en cuenta que son los años en los cuales la cantidad de graduados disminuye y posteriormente cambia la tendencia por los aumentos de egresados, por otro lado, en la serie de U.PÚBLICA se evidencia un dinamismo en el que se dificulta la identificación de cambios estructurales, sin embargo, es posible que las disminuciones en la cantidad de graduados en el año 2006 y 2011 puedan afectar la tendencia de la serie. Finalmente, en la serie TOTAL se evidencia una tendencia un poco más estable a comparación de las anteriores, pero aun así afectada por un incremento en el año 2007 de 34% con respecto al año anterior.

Figura 35

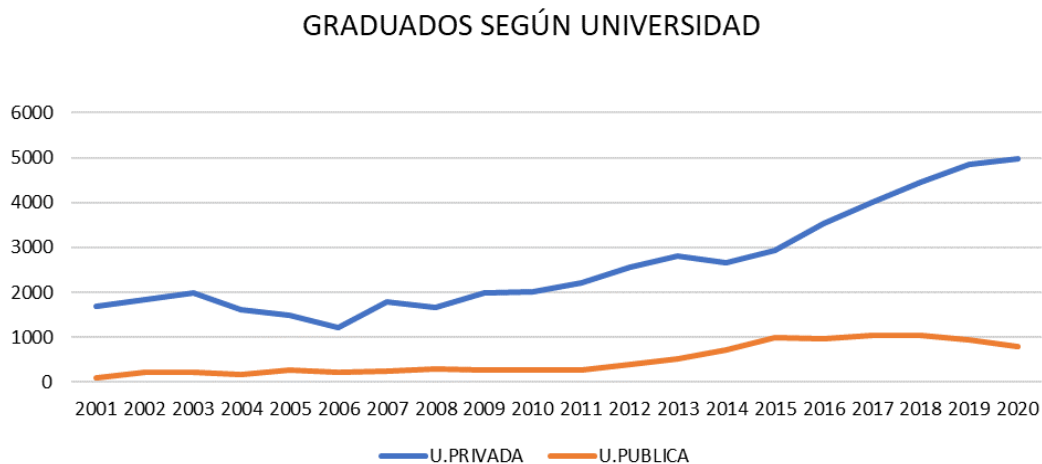
Logaritmos de graduados de Educación Superior Barranquilla



7.1.3.3. Bogotá. Inicialmente, se presenta en la figura 36 la proporción de graduados de ingeniería industrial con respecto al total de ingenierías de la ciudad de Bogotá, esto con el fin de visualizar la importancia y el interés de los estudiantes por el programa académico, donde se observa que la serie de INDUSTRIAL representa aproximadamente un 30% de la serie TOTAL y, si bien ha crecido a lo largo de los años, se ha mantenido en promedio en los 3000 egresados por año, teniendo en cuenta que en los últimos cuatro años la cantidad de graduados ha sido superior a 5000 estudiantes, cifra que evidencia la relevancia del programa académico entre las más de 60 ingenierías ofertadas en la ciudad. Por otro lado, se observa que la serie TOTAL ha venido creciendo a gran escala con un promedio de 13.000 graduados por año.

Figura 36*Graduados de Ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Bogotá*

Con el fin de ahondar en la cantidad de graduados de ingeniería industrial de Bogotá, en la figura 37 se presenta la serie desagregada por tipo de universidad, donde se observa que la mayor parte de egresados corresponde a U.PRIVADA, esto debido a las más de 30 universidades, fundaciones y corporaciones que ofertan el programa académico, mientras que de U.PÚBLICA se evidencia que esta corresponde en promedio al 15% de INDUSTRIAL, debido a que solamente cuentan con cuatro universidades de este tipo en la capital colombiana.

Figura 37*Graduados según tipo de Universidad para Bogotá*

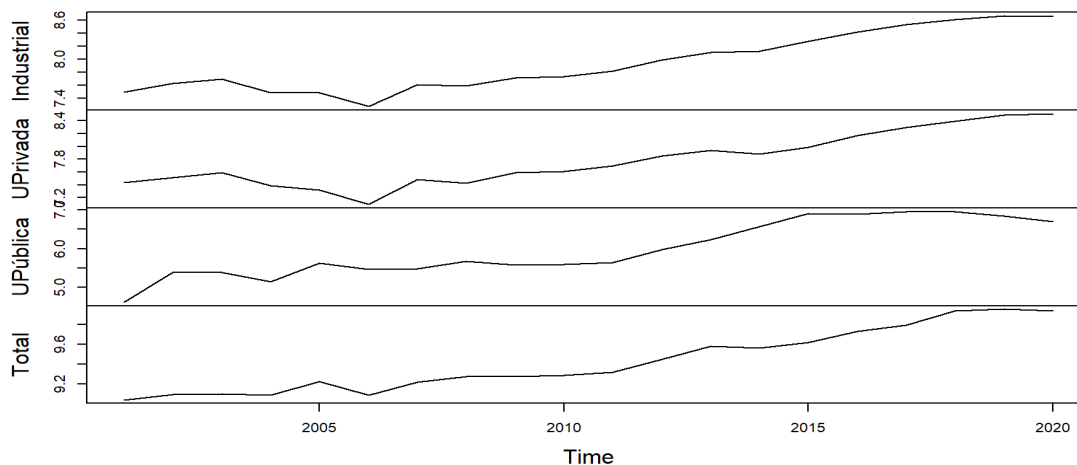
Por otro lado, en la figura 38 se presentan los datos en logaritmos de graduados de educación superior para la ciudad de Bogotá con el fin de visualizar posibles cambios en la estructura, donde se evidencia que las series de INDUSTRIAL, U.PRIVADA y TOTAL tienen un comportamiento similar, incluso las tres series presentan una ruptura en la serie para el año 2006,

donde la cantidad de graduados disminuye en un 19%, 20% y 13% respectivamente, las primeras dos series a partir del año mencionado comienzan a tener un crecimiento lineal, mientras que en la serie de TOTAL se observa nuevamente una variación en la tendencia en el año 2013, donde la cantidad de graduados de ingeniería aumenta aproximadamente en un 14% con respecto al año anterior. Por otro lado, la serie de U.PUBLICA presenta un posible cambio estructural debido a una disminución en los graduados para el año 2004, posterior a la fecha la serie se estabiliza hasta el año 2011, donde se evidencia que la cantidad de graduados comienza a aumentar.

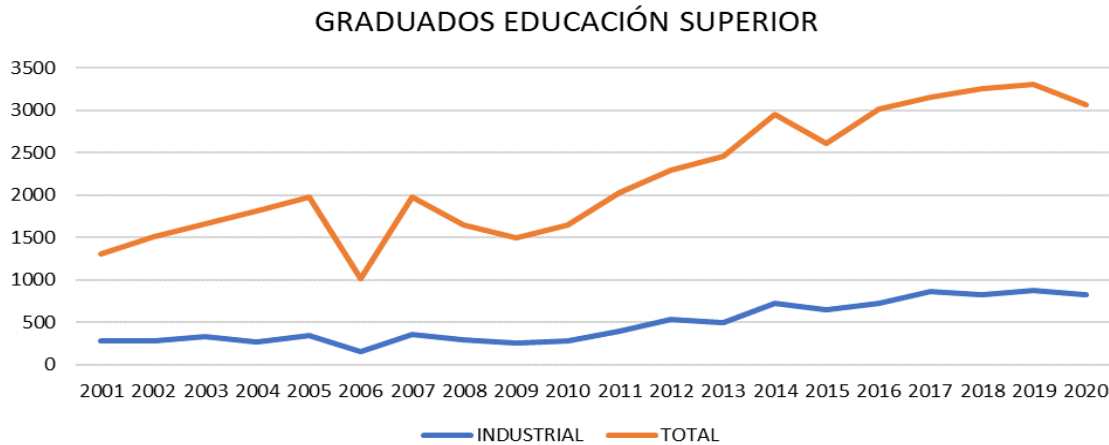
Figura 38

Logaritmos de graduados de Educación Superior Bogotá

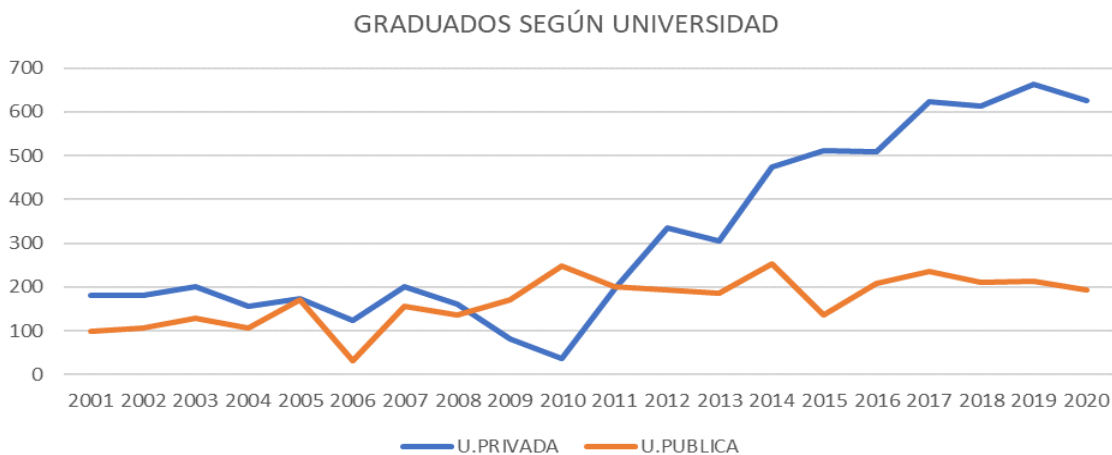
DATOS EDUBOGOTÁ



7.1.3.4. Bucaramanga. La comparación de graduados de ingeniería industrial con respecto al total de ingenierías de la ciudad de Bucaramanga se presenta en la figura 39, en la que se observa que la serie TOTAL ha ido aumentando en los últimos cinco años al igual que la serie de INDUSTRIAL, sin embargo, se observa que en el año 2006 ambas series disminuyeron su cantidad de egresados aproximadamente en un 50%. Por otra parte, se evidencia que los valores de INDUSTRIAL no corresponden a más del 27% de la serie TOTAL, no obstante, el porcentaje de participación es significativo si se considera que en la ciudad se ofertan otros 23 programas académicos de ingeniería.

Figura 39*Graduados de Ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Bucaramanga*

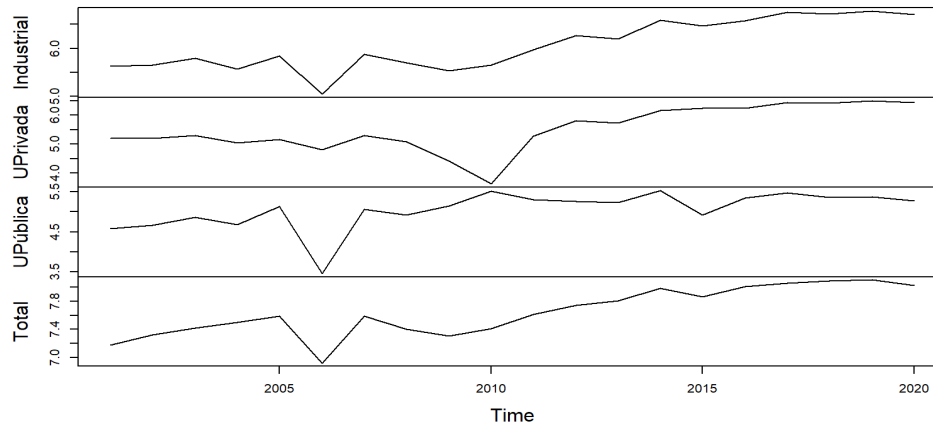
Con el fin de analizar los graduados de ingeniería industrial desagregados por tipo de universidad se presenta la figura 40, en la cual se evidencia que desde el año 2011 la mayor parte de los egresados de la ciudad de Bucaramanga corresponden a estudiantes de U.PRIVADA, sin embargo, durante el periodo de 2008 a 2011 la serie presentó una disminución de cerca de la mitad de sus graduados, periodo en el que además fue superado por la serie U.PÚBLICA, el cual en los años posteriores no logró incrementar su valor lo suficiente y mantuvo en promedio un porcentaje de participación inferior al 30%, esto debido a que en la ciudad solo se cuenta con una universidad pública.

Figura 40*Graduados según tipo de Universidad para Bucaramanga*

A continuación, se presenta la figura 41 con las series logarítmicas de graduados de educación para la ciudad de Bucaramanga, con el fin de identificar posibles rupturas estructurales.

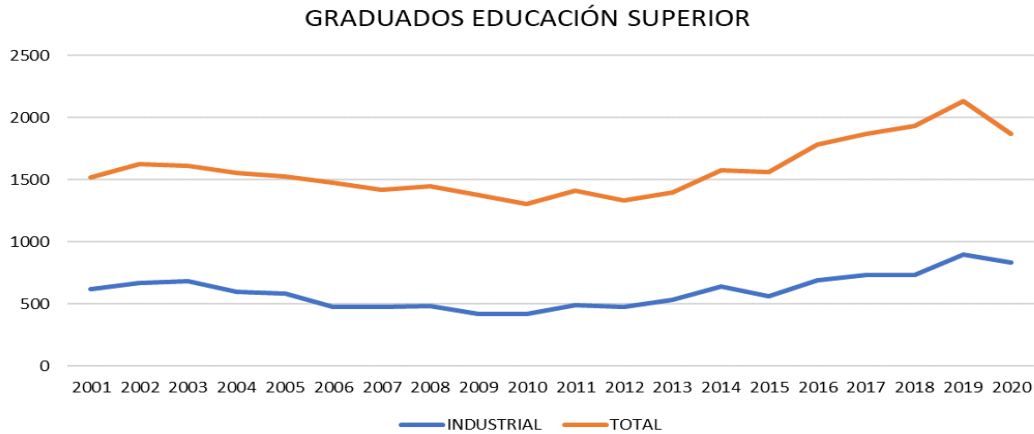
Figura 41

Logaritmos de graduados de Educación Superior Bucaramanga
DATOS EDUBUCARAMANGA

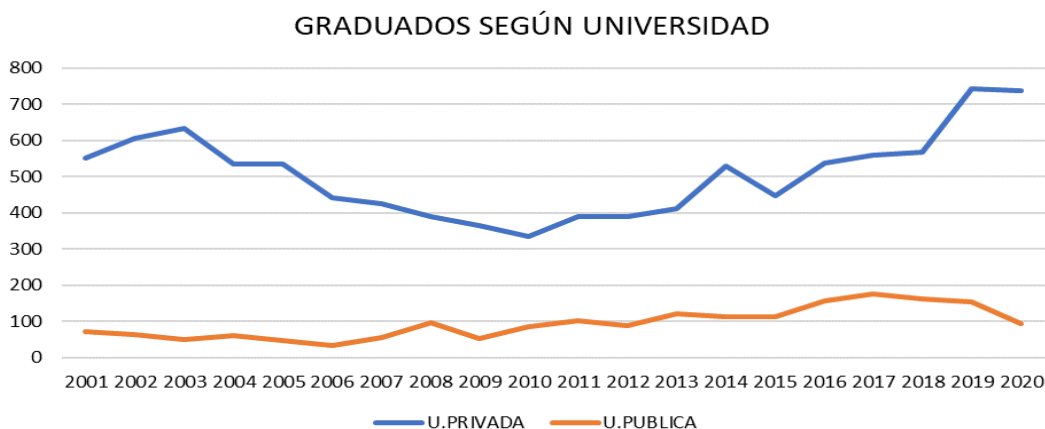


Como se evidencia en la figura 41, las series de INDUSTRIAL, U.PUBLICA y TOTAL tienen un comportamiento similar y presentan un posible cambio estructural en el año 2006 donde la cifra de graduados de educación superior disminuye hasta alcanzar el menor valor de los años analizados, por su parte la serie de INDUSTRIAL presenta además en el año 2014 un aumento de la cantidad de graduados de aproximadamente 47%, mientras que las otras dos series evidencian nuevamente un decrecimiento en el año 2015. Por otro lado, en la serie de U.PRIVADA se observa un cambio en la tendencia para el año 2010, año en el cual se presenta una disminución del 45% de los graduados en ese año, posteriormente la serie comienza a aumentar y logra estabilizarse nuevamente.

7.1.3.5. Cali. La participación del programa académico de ingeniería industrial en el total de ingenierías ofertadas en la ciudad de Cali se presenta en la figura 42, en la cual se evidencia que ambas series mantienen un comportamiento similar a lo largo de los años, sin embargo, cabe resaltar también que la serie de INDUSTRIAL corresponde en promedio al 38% de la serie TOTAL, lo que indica que a diferencia de las anteriores ciudades en Cali predomina el interés de los estudiantes por el programa de ingeniería industrial, sobre todo si se tiene en cuenta que en la ciudad se ofertan otras 22 ingenierías.

Figura 42*Graduados de Ingeniería Industrial vs Graduados de Total de Ingeniería Cali*

Por otra parte, con el fin de analizar los graduados de ingeniería industrial detalladamente, según el tipo de universidad, se presenta la figura 43, en la cual se puede observar que la mayor parte de egresados de la ciudad de Cali corresponde a estudiantes de U.PRIVADA, debido a que el programa académico es ofertado por 7 universidades y corporaciones, mientras que en la ciudad solo se cuenta con dos universidades públicas que aportan en promedio el 16% del total de graduados de ingeniería industrial. Por otro lado, se evidencia que la serie de U.PUBLICA comienza a partir del año 2017 a decrecer su porcentaje de participación, mientras que la serie de U.PRIVADA incrementa su cantidad de graduados.

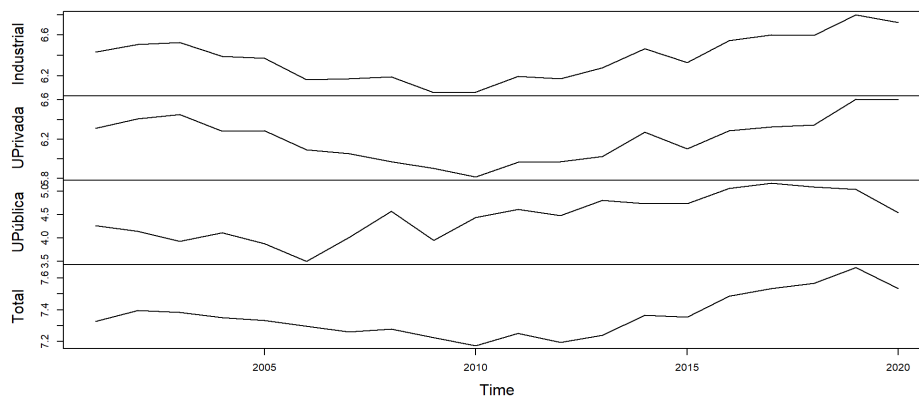
Figura 43*Graduados según tipo de Universidad para Cali*

Finalmente, para visualizar los cambios estructurales se presentan en la figura 44 las series logarítmicas de educación superior de la ciudad de Cali, donde se evidencia una tendencia similar para las series de INDUSTRIAL y U.PRIVADA y se destaca el punto de cambio en el

comportamiento de la serie para el año 2010 y 2015, donde se presentan disminuciones en la cantidad de graduados. Por otra parte, la serie de U.PUBLICA tiene una tendencia a aumentar los egresados año tras año, sin embargo, se presentan dos rupturas para el año 2006 y 2009, donde la serie disminuye en un 31% y 46% con respecto al año anterior. Finalmente, respecto a la serie TOTAL, se evidencia durante el inicio de la serie una tendencia a disminuir la cantidad de graduados, pero a partir del año 2012 la serie comienza a incrementar llegando a un punto máximo de egresados de ingeniería en el año 2019.

Figura 44

Logaritmos de graduados de Educación Superior Cali
DATOSEUCALI



7.2. Análisis econométrico

En el presente apartado, se evidencia el análisis econométrico realizado a las series de tiempo mencionadas anteriormente, con el fin de comprobar a través de múltiples pruebas la estabilidad de los parámetros y determinar la existencia de cambios estructurales, para posteriormente realizar un análisis de los posibles sucesos que podrían haber generado la ruptura en las series.

7.2.1. Modelo econométrico

7.2.1.1. PIB. En primer lugar, se realiza el análisis de correlograma para la serie de tiempo del PIB ya transformada a logaritmos, esto a través del software estadístico R Studio, con el fin de determinar los rezagos de los cuales dependerá el modelo de regresión. A continuación, en la tabla 3 se presentan los rezagos que sobrepasan los límites establecidos en el correlograma. (En el apéndice A se puede ver con detalle las figuras de los correlogramas)

Tabla 3*Resultados correlograma para la serie de PIB*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT. FIN	ADM. PUB.
PIB	Antioquia	1,2,3	1	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
PIB	Atlántico	1	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3,4
PIB	Bogotá	1,2,3	1	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
PIB	Santander	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
PIB	Valle	1,2,3	1	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3

Nota: Los números evidenciados en la tabla corresponden a los rezagos que presentan correlación con las series y que serán considerados para el modelo. Por ejemplo, en el sector agricultura de Antioquia los rezagos a tomar en cuenta son el 1, 2 y 3.

Con los resultados obtenidos de la tabla 3, se procede a realizar un modelo de regresión lineal, con el fin de contrastar la significancia de los rezagos y únicamente considerar los que tengan una significancia de hasta el 5%. Obteniendo así los resultados presentados en la tabla 4.

Tabla 4*Rezagos significativos en modelo de regresión para la serie de PIB*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT. FIN	ADM. PUB.
PIB	Antioquia	1*	1***	1** 3*	1**	1***	1***	1***	1**
PIB	Atlántico	1***	1*	1**	1** 2*	1**	1**	1***	1***
PIB	Bogotá	-	1***	1***	1***	1***	1***	1***	-
PIB	Santander	1**	1***	1**	1**	1***	1***	1***	1**
PIB	Valle	-	1***	1**	1***	1***	1***	1***	1*

Nota: *** Significancia del 0.1%. ** Significancia del 1%. * Significancia del 5%. Las series que presentan valor nulo es porque los rezagos no son significativos en la regresión lineal.

Como se evidencia en la tabla 4, la mayoría de las regresiones lineales consideran el primer rezago significativo, sin embargo, en tres de las series los rezagos identificados en el correlograma no alcanzan el nivel de significancia del 5%, por lo cual en el modelo solo considerarán la constante y el término de error. Una vez identificados los rezagos significativos para cada una de las ciudades se determina el modelo econométrico en la ecuación (14) con el cual se identificarán los cambios estructurales en las series de tiempo.

$$\ln PIB_t = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i \ln PIB_{t-n_i} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Para cada departamento y actividad económica. Además, i es igual a $\{1,2,3\dots k\}$

Donde:

$\ln PIB_t$ corresponde al logaritmo natural de la serie PIB en un tiempo t .

B_0 Es el término constante de la ecuación.

B_i Es el coeficiente cuyo valor explica la relación que existe entre la variable explicativa en el periodo (t-ni) y las fluctuaciones de la variable explicada.

$\ln PIB_{t-n_i}$ Es la variable rezagada i, corresponde al logaritmo natural del PIB en el periodo (t-n).

ε_t Es el término de error o ruido blanco.

Adicionalmente, se verificaron los supuestos de homocedasticidad, normalidad y autocorrelación serial para cada uno de los modelos de PIB, evidenciando que en algunas series no se cumplen debido posiblemente a la presencia de un cambio estructural. Los resultados de esta verificación se pueden evidenciar en el apéndice B.

7.2.1.2. Población Ocupada. Para la serie de la población ocupada se procede a realizar el mismo procedimiento descrito anteriormente en el apartado del PIB. A continuación, se presenta la tabla 5 con los resultados obtenidos en el correlograma. (En el apéndice A se puede ver con detalle las figuras de los correlogramas)

Tabla 5

Resultados *correlograma para la serie de Población Ocupada*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT.FIN	ADM. PUB.
OCU	Medellín	-	-	1	1,2,3	1	1,2,3	1,2,7,8	1,2,3
OCU	Barranquilla	1,3	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,7,8	1,2,3
OCU	Bogotá	1	1,9	1	1,2,3,4	1,2,3	1,2,3,10	1,2,7,8	1,2,3
OCU	Bucaramanga	-	-	-	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,6,7,8	1,2,3
OCU	Cali	1	-	-	1,2	1,2,3,11	1,2,3	1,2	1,2,3

Nota: Los números evidenciados en la tabla corresponden a los rezagos que presentan correlación con las series y que serán considerados para plantear el modelo. Por ejemplo, en el sector agricultura en Barranquilla los rezagos 1 y 3 son los que presentan correlación con la serie

Posteriormente, se procede a realizar la regresión lineal para cada una de las series con el fin de evidenciar los rezagos significativos, como se presenta en la tabla 6.

Tabla 6*Rezagos significativos en modelo de regresión para la serie de Población Ocupada*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINA S	MAN F	CONS T	ELEC T	CO M	ACT.FI N	ADM. PUB.
OCU	Medellín	-	-	1**	1*	1***	1**	7* 8*	1**
OCU	Barranquilla	-	-	1**	1*	-	1**	-	1*
OCU	Bogotá	1**	-	1***	1*	-	-	7*	1**
OCU	Bucaramanga	-	-	-	1**	3*	1***	-	1**
OCU	Cali	1**	-	-	1**	11*	1*	1**	1**

Nota: *** Significancia del 0.1%. ** Significancia del 1%. * Significancia del 5%. Las series que presentan valor nulo es porque los rezagos no son significativos en la regresión lineal.

Según la tabla 6, aproximadamente el 38% de las series de población ocupada no presentan rezagos significativos, mientras que en el porcentaje restante se destaca el primer rezago con una significancia en promedio de 1%. Una vez identificados los rezagos significativos se procede a realizar el modelo econométrico, el cual se evidencia en la ecuación (15).

$$\ln OCU_t = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i \ln OCU_{t-n_i} + \varepsilon_t \quad (15)$$

Para cada ciudad y actividad económica. Además, i es igual a $\{1,2,3\dots k\}$

Donde:

$\ln OCU_t$ corresponde al logaritmo natural de la serie de la población ocupada en un tiempo t .

B_0 Es el término constante de la ecuación.

B_i Es el coeficiente cuyo valor explica la relación que existe entre la variable explicativa en el periodo $(t-n)$ y las fluctuaciones de la variable explicada.

$\ln OCU_{t-n_i}$ Es la variable rezagada i , corresponde al logaritmo natural de la población ocupada en el periodo $(t-n)$.

ε_t Es el término de error o ruido blanco.

Finalmente, se verificaron los supuestos de homocedasticidad, normalidad y autocorrelación serial para cada uno de los modelos de ocupación, evidenciando que en algunas series no se cumplen debido posiblemente a la presencia de un cambio estructural. Los resultados de esta verificación se pueden evidenciar en el apéndice B.

7.2.1.3. Educación Superior. Inicialmente se procede a realizar el correlograma de las series de educación superior, con el fin de determinar los posibles rezagos que permitirán determinar el modelo econométrico, los resultados se presentan a continuación en la tabla 7. (En el apéndice A se puede ver con detalle las figuras de los correlogramas)

Tabla 7*Resultados correlograma para la serie de Educación Superior*

SERIE	CIUDAD	INDUSTRIAL	U.PRIVADA	U.PÚBLICA	TOTAL
Educación	Medellín	1,2,3	1,2,3	1	1,2,3
Educación	Barranquilla	1,2	1,2	2	1,2
Educación	Bogotá	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
Educación	Bucaramanga	1,2,3	1,2	-	1,2,3
Educación	Cali	1,2,8,9,10	1,2,7,8,9,10	1,2,3	1,2

Nota: Los números evidenciados en la tabla corresponden a los rezagos que presentan correlación con las series y que serán considerados para plantear el modelo. Por ejemplo, en la serie de graduados de ingeniería industrial de la ciudad de Medellín los rezagos 1,2 y 3 son los que presentan correlación con la serie.

Con los resultados de la Tabla 7 se realiza el mismo procedimiento mencionado anteriormente de regresiones lineales, analizando así cada una de las series por ciudad y determinando los rezagos significativos como se evidencia en la tabla 8.

Tabla 8*Rezagos significativos en modelo de regresión para la serie de Educación Superior*

SERIE	CIUDAD	INDUSTRIAL	U.PRIVADA	U.PÚBLICA	TOTAL
Educación	Medellín	-	1*	1**	-
Educación	Barranquilla	-	-	2**	1***
Educación	Bogotá	1*	1*	1*	-
Educación	Bucaramanga	-	1**	-	-
Educación	Cali	-	7* 8*	-	1**

Nota: *** Significancia del 0.1%. ** Significancia del 1%. * Significancia del 5%. Las series que presentan valor nulo es porque los rezagos no son significativos en la regresión lineal.

Como se evidencia en la tabla 8, la mitad de las series de educación superior no consideran significativo al 5% alguno de los rezagos identificados en el correlograma, por lo que para estas series el modelo solo tendrá en cuenta el término constante y de error. A continuación, en la ecuación (16) se presenta el modelo econométrico que considera la cantidad de graduados de educación superior.

$$\ln EDU_t = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i \ln EDU_{t-n_i} + \varepsilon_t \quad (16)$$

Para cada ciudad y actividad económica. Además, i es igual a $\{1,2,3\dots k\}$

Donde:

$\ln EDU_t$ corresponde al logaritmo natural de la serie de educación superior en un tiempo t .

B_0 Es el término constante de la ecuación.

B_i Es el coeficiente cuyo valor explica la relación que existe entre la variable explicativa en el periodo $(t-n)$ y las fluctuaciones de la variable explicada.

$\ln EDU_{t-n_i}$ Es la variable rezagada i , corresponde al logaritmo natural de educación superior en el periodo $(t-n)$.

ε_t Es el término de error o ruido blanco.

Adicionalmente, se verificaron los supuestos de homocedasticidad, normalidad y autocorrelación serial para cada uno de los modelos de educación superior, evidenciando que en algunas series no se cumplen debido posiblemente a la presencia de un cambio estructural. Los resultados de esta verificación se pueden evidenciar en el apéndice B.

7.2.2. *Pruebas de estabilidad de los parámetros*

7.2.2.1. PIB. Con los modelos econométricos establecidos anteriormente para cada una de las series de tiempo se procede a realizar las pruebas de estabilidad de los parámetros que permitirán identificar las rupturas estructurales. Inicialmente, se realiza la prueba SupF, la cual indica que las series de tiempo analizadas cuyo estadístico F es muy alto o que su valor p sea inferior a 0.05 presentan algún quiebre en su estructura. A continuación, en la tabla 9 se presentan los resultados para dicha prueba con respecto a la serie del PIB.

Tabla 9*Resultados prueba SupF para PIB.*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT.FIN	ADM. PUB.
PIB	Antioquia	7.0403 (0.283)	6.8729 (0.3008)	4.5534 (0.7639)	10.91 (0.063)	7.8773 (0.209)	9.3749 (0.118)	17.417 (0.0037)	8.2559 (0.182)
PIB	Atlántico	6.2763 (0.368)	5.3157 (0.5004)	12.558 (0.031)	18.761 (0.005)	4.1171 (0.696)	7.2207 (0.266)	11.315 (0.0539)	18.973 (0.001)
PIB	Bogotá	46.311 (4.46E-10)	17.343 (0.0038)	14.851 (0.0118)	13.312 (0.0231)	4.9227 (0.561)	11.904 (0.042)	9.1185 (0.1308)	57.772 (1.27E-12)
PIB	Santander	7.3623 (0.253)	15.621 (0.008)	6.1229 (0.3878)	51.278 (2.62E-10)	17.417 (0.003)	11.178 (0.057)	33.261 (2.02E-06)	11.158 (0.057)
PIB	Valle	52.791 (1.63E-11)	17.183 (0.004)	5.586 (0.4606)	6.3582 (0.358)	6.8849 (0.299)	12.04 (0.039)	11.876 (0.0426)	4.6628 (0.6041)

Nota: Los datos que se presentan en negrilla corresponden a las series de tiempo que contienen rupturas estructurales según los resultados de la prueba SupF. El valor-p de la prueba SupF se presenta en paréntesis.

Según los resultados de la tabla 9, se puede identificar que el 45% de las series económicas del PIB presentan rupturas a lo largo del tiempo, lo cual se contrastará a continuación con la aplicación del método de Bai y Perrón, con el fin de identificar las fechas de cambio estructural, en caso de existir, en los modelos econométricos. Para esta prueba de estabilidad de parámetros se considera el tamaño mínimo de segmento (h) posible según el modelo econométrico, es decir, si el modelo no cuenta con rezagos significativos el h correspondiente es dos debido a que se considera la intersección y la pendiente, mientras que, si incluye dos rezagos en el modelo el h a considerar será 4. En la tabla 10 se presentan los resultados con los años correspondientes al quiebre estructural de las series de tiempo del PIB.

Tabla 10*Resultados prueba de Bai y Perrón para PIB.*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT.FIN	ADM. PUB.
PIB	Antioquia	2003 2006 2015	-	2006 2010	2003 2016	-	2006 2016	2006	-
PIB	Atlántico	2004 2009 2013	-	2006 2009	2005	-	-	2005	2004
PIB	Bogotá	2004 2008 2015	2005 2015	2003 2006 2015	2004 2007 2015	-	2016	2005	2002 2004 2006 2008 2011 2013 2015 2017
PIB	Santander	2004 2007 2010 2015	2010	-	2013	2007 2013	2011 2016	2004	2004
PIB	Valle	2002 2006 2008 2010 2013 2015 2018	2012	-	-	-	2006 2016	2004	-

Nota: Las series que tienen valor nulo corresponden a los sectores en los cuales la prueba de Bai y Perrón no identifica rupturas estructurales.

Como se evidencia en la tabla 10, el 70% de las series consideradas para el PIB cuentan con rupturas estructurales según la prueba de Bai y Perrón, por otro lado, esta permite observar que en algunas series se presentan cambios estructurales incluso cuando la prueba inicial SupF no identifica un punto donde se maximice el estadístico F. Además, también se observa que en la mayoría de estas series la prueba identifica más de un año de cambio, los cuales serán analizados a continuación a través del test de Chow, cuyos resultados se encuentran en la tabla 11.

Tabla 11*Resultados test de Chow para PIB*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT.FIN	ADM. PUB.
PIB	Antioquia	2003* 2006 2015	-	2006 2010	2003** 2016*	-	2006 2016**	2006**	-
PIB	Atlántico	2004* 2009 2013*	-	2006** 2009	2005**	-	-	2005**	2004**
PIB	Bogotá	2004** 2008** 2015**	2005** 2015**	2003 2006** 2015**	2004 2007 2015**	-	2016**	2005**	2002** 2004** 2006** 2008** 2011** 2013** 2015** 2017**
PIB	Santander	2004 2007 2010 2015	2010**	-	2013**	2007 2013	2011* 2016**	2004**	2004**
PIB	Valle	2002** 2006** 2008** 2010** 2013** 2015** 2018**	2012**	-	-	-	2006 2016**	2004**	-

Nota: ** Significancia del 5%. * Significancia del 10%. Las series que tienen valor nulo corresponden a los sectores en los cuales no se identifican rupturas estructurales.

En la tabla 11 se puede evidenciar que, si bien la prueba de Bai y Perrón estima múltiples fechas de ruptura estructural no todos estos puntos son significativos según el test de Chow, sin embargo, el 73% de estos pueden ser considerados cambios estructurales. Por otro lado, se observa en la tabla que en el sector de COM presenta una ruptura en el año 2016 para todas las series, a excepción del departamento del Atlántico, donde no se observa variación en la estructura. Así mismo, en el sector de ADM. PUB se destaca el punto de cambio generado en el año 2004 para tres de los departamentos analizados, mientras para los otros sectores no se evidencia un año que afecte por igual a todas las ciudades.

Con las rupturas estructurales identificadas de forma econométrica se puede evidenciar que, aunque el análisis descriptivo preliminar evidenciaba un comportamiento estable de las series de COM, ACT.FIN y ADM.PUB, estas presentaron cambios en su estructura para la mayoría de las ciudades principales de Colombia, así mismo, se comprobó que, aunque algunas series presentaban variaciones notorias del PIB en ciertos años, estos valores no lograron afectar los

parámetros de la serie, ni su estructura. En el caso particular del departamento del Atlántico, se evidencia que los resultados obtenidos econométricamente para los sectores de AGR y CONST difieren en un año de los observados gráficamente, situación similar a la presentada en Bogotá para los sectores de AGR, MINAS y MANF, y en Bucaramanga con el sector de CONST. Por otro lado, se evidencia que en la ciudad de Bogotá y en el departamento del Valle del Cauca los años de ruptura para el sector de AGR coinciden econométrica y gráficamente.

Por último, con el fin de identificar también los posibles sucesos que ocasionaron los cambios estructurales se procede a continuación a realizar una revisión documental.

7.2.2.1.1. Análisis de causas. Respecto al sector de AGR se evidencia en la literatura que el sector se encontraba estancado debido a la crisis de final de siglo, sin embargo, en el año 2003 se presenta un plan Agro en la cumbre de las Américas, con el cual se pretendía mejorar la cadena productiva del sector a través de un desarrollo sostenible, teniendo en cuenta además la vida rural (Agronet, 2007), la implementación de este plan de acción pudo generar a nivel nacional un cambio estructural para este sector, por ejemplo, en el departamento de Antioquia donde las cifras comenzaron a subir a partir de ese año; sin embargo, no en todos los departamentos la ruptura se generó en el mismo periodo de tiempo, en el año 2004 se presentó por su parte el cambio para Atlántico y Bogotá, en el caso del primer departamento posiblemente debido a la implementación del plan de Desarrollo, donde se determinaron estrategias para mejorar el aporte del sector al PIB (Gobernación del Atlántico, 2004), mientras que en Bogotá en ese año se empezó a implementar un proyecto de Agricultura Urbana que permitió a partir del siguiente año incrementar su aporte al PIB (Lara, 2008).

Prosiguiendo con el análisis en el tiempo, en el año 2008 comienza el proceso de desaceleración de la economía colombiana, interfiriendo levemente en el departamento del Valle, en el cual el sector AGR presentó una disminución del capital debido a la poca constitución de sociedades (Banco de La República, 2008), mientras que años más tarde el sector comenzaría a resurgir, debido al Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, donde se reconoce la importancia que tiene la AGR para el PIB, por lo que se generan mecanismos que permitan al sector innovar y ser más competitivos (DNP, 2011), el establecimiento de estas acciones permitió en el año 2015 comenzar a incrementar el aporte del sector al PIB en los departamentos de Valle del Cauca y

Bogotá D.C, sumado además, de las múltiples estrategias generadas por organizaciones privadas para mejorar la producción del sector. (Delgado, 2015).

El sector de MINAS por su parte ha venido creciendo en el país, incluso en el año 2010, debido al cambio de gobierno y al establecimiento de un nuevo Plan Nacional de Desarrollo, el sector minero se comienza a contemplar primordial para el crecimiento de la economía (FEDESARROLLO, 2013), y se establece para el periodo una serie de medidas que permitieron que la generación de valor en el departamento de Santander comenzará a incrementar y, posteriormente, también en el departamento del Valle del Cauca para el 2012. En este mismo año se presenta el Plan Nacional de Desarrollo Minero al 2014, en el cual se contemplan cuatro líneas estratégicas con el fin de mejorar la perspectiva del sector, además, debido al interés de inversionistas por realizar nuevas exploraciones, una de estas líneas contempla la minería como factor de crecimiento económico y social del país (UPME, 2012), la ejecución de las metodologías establecidas en el plan permitió mejorar los aportes del sector de MINAS al PIB, en específico de la ciudad de Bogotá para el año 2015, ciudad que cabe recalcar cuenta con una zona de minería en La Sabana y que, para el 2016, a través de una resolución del Ministerio de Ambiente, incrementó las zonas compatibles con la minería, aumentando cerca de 7.000 hectáreas. (Semana, 2017).

Por otra parte, como se evidenciaba en la Tabla 11 el sector de MANF presentó cambios estructurales significativos para el departamento de Atlántico y la ciudad de Bogotá en el año 2006 ocasionado probablemente por la mayor producción generada en este año, la cual se derivó de un aumento en el consumo de los hogares colombianos y, a su vez, por las exportaciones de productos del sector manufacturero (Portafolio, 2006). Más adelante, un estudio realizado por ACOPLÁSTICOS (2014) evidencia que las principales carencias del sector están relacionadas principalmente con los altos costos de energía, transporte y logística; altas tasas tributarias y volatilidad de la tasa de cambio, si bien el Plan Nacional de Desarrollo del 2014 menciona la importancia de la tecnología e innovación en el sector (DNP, 2014), no enfoca sus alcances a la solución de las anteriores problemáticas, por lo que comienza a afectar el comportamiento del sector, sobre todo en la ciudad de Bogotá, que desde el año 2015 no aumenta significativamente el aporte al PIB e incluso disminuye en años posteriores.

De otro lado, al comienzo del siglo XXI se establecieron en Colombia una serie de medidas con el fin de incentivar el sector de CONST, a través de beneficios para acceder a viviendas de interés social o cuentas de ahorro para la construcción y compra de vivienda (Mesa y Rhenals,

2003), lo que posiblemente fue una de las causas que generó en Antioquia a partir del 2003 y en el departamento del Atlántico desde el 2005 un crecimiento y aporte al PIB desmesurado. Por su parte, en Santander se evidenció en el 2013 y 2014 un aumento en las cifras generadas por el sector, impulsado por la compra de viviendas y la construcción de obras civiles (Vanguardia, 2015), así mismo en el año 2015 la ciudad de Bogotá se vio beneficiada por el incremento de actividades de construcción, que a pesar de las disminuciones que tuvo en el tercer trimestre de ese año logró recuperarse y ser uno de los sectores con mayor crecimientos y aporte al PIB (Semana, 2016). Finalmente, en el año 2016 se presencié el mejor comportamiento del sector para el departamento de Antioquia, donde según CAMACOL gracias a las alianzas establecidas entre entidades públicas y privadas se pudieron generar mayores obras de infraestructura en la región (Álvarez, 2016), impulsadas a su vez por el Plan de Desarrollo de Antioquia 2016-2019, con el cual se buscaba la construcción de diferentes obras para promover el desarrollo de la región (Gobernación de Antioquia, 2016).

Continuando con en el análisis, las actividades de COM presentaron un cambio en la estructura de la serie del PIB en el año 2016 para los principales departamentos del país, a excepción de Atlántico, generado probablemente por el alto consumo de vehículos y electrodomésticos por parte de los hogares colombianos en los últimos meses del año, ventas que se dispararon con el fin de adquirir productos antes de que la reforma tributaria comenzara a regir y aumentara el IVA de 16% a 19% (Portafolio, 2017). Por otro lado, el sector estuvo jalonado también por el crecimiento del transporte aéreo de pasajeros y de mercancías, que en los primeros meses del 2016 alcanzaron un incremento de 5,3% y 2,5% respectivamente (Agencia EFE, 2016); y la inversión extranjera que ha estado inmersa en el sector y que ha permitido el ingreso de grandes cadenas hoteleras, lo que conllevó a un aumento en la cifra de ocupación hotelera, que registró un crecimiento del 4,5% en los ingresos del sector (Semana, 2017).

Por su parte, el sector de ACT.FIN presenta cambios estructurales en todos los departamentos objeto de estudio, ocasionados probablemente por el proceso de negociación del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, la llegada de empresas internacionales y el desarrollo del subsector de telecomunicaciones, que emprendió en el 2004 una transición del uso de servicios fijos a telefonía móvil (CRT, 2005). Así mismo, como lo evidencia el informe generado por el DANE (2006) el país comenzó a implementar mayor cantidad de reformas, las cuales permitieron que el país se volviera un foco de inversión y permitiera reactivar el sector

financiero en el año 2004, principalmente en los servicios de intermediación financiera y a las empresas, con un crecimiento del 11,8% y 4,5% respectivamente, si bien los primeros incrementos del sector se dieron en Santander y Valle del Cauca, los otros departamentos lo hicieron en los dos años siguientes, por ejemplo, Bogotá en el año 2005 se consolidó como el principal centro financiero del país con el 50% de las transacciones realizadas, donde se destacaron las cuentas de ahorro y los CDT (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006), estos últimos lograron recuperarse de la caída que presentaron durante 2002 y 2003, y si bien no contaban con la mejor tasa de interés, si eran la opción más fácil y conocida por los colombianos, que además no representaba tanta variabilidad como las acciones (El Tiempo, 2004).

Finalmente, el sector de ADM.PUB evidencia múltiples rupturas, sin embargo, la más significativa corresponde a la ocurrida en el año 2004, año en el que se afectó positivamente el aporte PIB del sector en los departamentos del Atlántico, Santander y Bogotá, debido principalmente a la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 2002- 2006, en el que se incentivó la educación nacional a través de la ampliación de la cobertura y la calidad de esta, y el mejoramiento de los servicios ofrecidos en materia de salud; así mismo, se plantearon metodologías con el fin de renovar la administración pública bajo tres ejes principales: participación ciudadana, estado gerencial, y transparencia y lucha contra la corrupción (DNP, 2003). Por otra parte, el sector se encuentra también conformado por las actividades artísticas y culturales, las cuales se encuentran en su mayoría concentradas en la ciudad de Bogotá con un 92%, generando en el 2016 un total de 6,2 billones de pesos (Portafolio, 2018) lo que permite evidenciar como el sector ha crecido a lo largo de los años y ha logrado posicionarse como uno de los más importante en la economía colombiana por detrás de ACT.FIN y COM.

7.2.2.2. Población Ocupada. Haciendo uso de los modelos econométricos establecidos para población ocupada se comienza con el proceso de identificación de cambios estructurales, por lo que inicialmente se realiza la prueba SupF. A continuación, en la tabla 12 se presentan los resultados para la prueba con respecto a la serie de la población ocupada para cada una de las ciudades.

Tabla 12*Resultados prueba SupF para Población ocupada.*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT. FIN	ADM. PUB.
OCU	Medellín	8.0166 (0.079)	4.731 (0.3266)	15.998 (0.0070)	16.21 (0.0064)	5.6928 (0.445)	19.249 (0.0016)	39.983 (1.85E-07)	68.677 (3.92E-14)
OCU	Barranquilla	30.831 (1.16E-06)	34.329 (1.98E-07)	47.903 (1.42E-09)	6.2029 (0.3777)	63.502 (6.71E-14)	7.8582 (0.2112)	5.9229 (0.1993)	51.607 (2.22E-10)
OCU	Bogotá	23.168 (2.60E-04)	15.794 (0.0020)	17.318 (0.0039)	12.056 (0.0395)	81.671 (2.20E-16)	64.054 (5.05E-14)	68.968 (5.48E-14)	53.513 (8.50E-11)
OCU	Bucaramanga	4.6471 (0.337)	8.883 (0.0537)	17.426 (0.0009)	10.982 (0.0618)	10.762 (0.063)	34.121 (1.32E-06)	6.4264 (0.1605)	44.155 (9.26E-09)
OCU	Cali	4.2772 (0.669)	3.319 (0.5602)	9.6019 (0.0386)	11.894 (0.0423)	4.4287 (0.420)	31.799 (4.12E-06)	3.1663 (0.8551)	115.68 (2.20E-16)

Nota: Los datos que se presentan en negrilla corresponden a las series de tiempo que contienen rupturas estructurales según los resultados de la prueba SupF. El valor-p de la prueba SupF se presenta en paréntesis.

Con los resultados obtenidos en la tabla 12 se puede identificar que el 60% de las series económicas de la población ocupada presentan cambios en su estructura en los últimos 20 años, con el fin de contrastar los resultados e identificar los años de ruptura se procede a realizar a prueba de Bai y Perrón, considerando nuevamente el menor tamaño de segmento y obteniendo los resultados que se presentan en la tabla 13.

Tabla 13*Resultados prueba de Bai y Perrón para Población Ocupada.*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT.FIN	ADM. PUB.
OCU	Medellín	2018	-	2003 2011	2015	2003 2006 2009 2014	2013	2007	2009 2014
OCU	Barranquilla	2008	2006 2008 2013	2009	-	2003 2007 2014	-	2003 2007 2011 2014	2011 2014
OCU	Bogotá	2006	2006 2009 2015	2004 2010	2013	2006 2014 2018	2005 2009	2007 2010	2005 2011 2014
OCU	Bucaramanga	2006 2008 2017	2002 2012	2018	2015	2004 2014	2008 2011 2014	2007 2011 2014	2006 2009 2014
OCU	Cali	-	-	2003 2013 2018	2005 2014	-	2008 2015	2007- 2014	2014

Nota: Las series que tienen valor nulo corresponden a los sectores en los cuales la prueba de Bai y Perrón no identifica rupturas estructurales.

Como se evidencia en la tabla 13, aproximadamente el 83% de las series consideradas para el análisis de la población ocupada cuentan con rupturas estructurales según la metodología implementada por Bai y Perrón, obteniendo así ocho series adicionales a las mencionadas en la prueba supF. Prosiguiendo con la metodología, se realiza el test de Chow para un punto de cambio conocido, haciendo uso de los años mencionados en la prueba de Bai y Perrón, a continuación, se presentan los resultados del test en la tabla 14.

Tabla 14*Resultados test de Chow para Población Ocupada*

SERIE	CIUDAD	AGR	MINAS	MANF	CONST	ELECT	COM	ACT.FIN	ADM. PUB.
OCU	Medellín	2018**	-	2003* 2011**	2015**	2003 2006 2009 2014*	2013**	2007**	2009 2014**
OCU	Barranquilla	2008**	2006** 2008** 2013	2009**	-	2003 2007** 2014**	-	2003** 2007** 2011 2014*	2011 2014**
OCU	Bogotá	2006**	2006** 2009** 2015	2004** 2010**	2013**	2006** 2014** 2018**	2005** 2009**	2007** 2010	2005 2011 2014**
OCU	Bucaramanga	2006 2008** 2017	2002 2012**	2018**	2015**	2004** 2014	2008** 2011** 2014**	2007** 2011 2014*	2006 2009 2014**
OCU	Cali	-	-	2003** 2013** 2018	2005 2014**	-	2008** 2015**	2007 2014	2014**

Nota: ** Significancia del 5%. * Significancia del 10%. Las series que tienen valor nulo corresponden a los sectores en los cuales no se identifican rupturas estructurales.

En la tabla 14 se puede evidenciar que el 32% de las rupturas identificadas a través de Bai y Perrón no son significativas cuando se analiza cada uno de los puntos según el test de Chow, cabe resaltar que algunas de estas fechas corresponden a series en las cuales la prueba supF era superior a 0.5 en su valor p. Es interesante observar también que los cambios estructurales de la serie de ocupación no corresponden a los mismos años del PIB, sin embargo, en algunas de las ramas de actividad el efecto pareciera replicarse posteriormente, esto debido a que generalmente las empresas comienzan a incrementar o decrecer su población ocupada según las cifras de las ventas del año inmediatamente anterior. Por otro lado, se observa en la tabla que en la mayoría de los sectores económicos el año de ruptura solo coincide para dos de las series, mientras que en el caso de ELECT el cambio generado en el 2014 afecta las series de Medellín, Barranquilla y Bogotá, así mismo, el sector de ACT.FIN presenta una ruptura en el año 2007 con una significancia

de 5% en todas las ciudades, a excepción de Cali. Finalmente, el único sector que presenta una misma ruptura para todas las ciudades es ADM.PUB para el año 2014.

Comparando los resultados obtenidos econométricamente con los presentados en el apartado de análisis descriptivo para la población ocupada, se evidencia que algunas de las series presentan variaciones de tendencia, sin embargo, estas no representan un cambio estructural; mientras que en otras series como AGR y MINAS, cuyo comportamiento era el más variable y el más complejo gráficamente para la identificación de cambios, sí se presentan rupturas en todas las ciudades, a excepción de Cali. Por otro lado, se observa que la fecha de ruptura en ambos análisis coincide en la ciudad de Barranquilla para el sector de ACT.FIN; en Bogotá para el sector de MANF; en Bucaramanga para las actividades de COM y ACT.FIN; y en Cali para CONST y COM, considerando también el cambio generado en el sector de ADM.PUB que se presenta en el mismo año para todas las ciudades y que es notorio en el análisis descriptivo; mientras que en otros sectores la fecha de ruptura para la cantidad de ocupados difiere en un año, por ejemplo para MANF en las ciudades de Medellín, Barranquilla y Bucaramanga.

Por último, con el fin de identificar los posibles sucesos que ocasionaron los cambios estructurales determinados a continuación, se presenta una revisión documental.

7.2.2.2.1. Análisis de causas. El sector AGR tuvo un crecimiento poco significativo con respecto al desarrollo de la economía colombiana en la primera década del siglo, incluso, se vio afectada por el fenómeno del Niño en 2008 y, posteriormente, por la emergencia invernal de 2009 a 2010, lo que generó una disminución en la producción del sector y la población ocupada, que decreció a nivel nacional 90 mil empleos con respecto a los generados en 2002 (CEPAL, 2016), si bien el cambio estructural de la ciudad de Barranquilla se presentó en el año 2008 por el incremento que venía teniendo el sector en la generación de empleos, en los años posteriores es donde se comienza a evidenciar esta posible afectación de los fenómenos naturales y la disminución de la población ocupada, mientras que en la ciudad de Bucaramanga las afectaciones no fueron significativas, incluso en el mismo año presentó una de las tasas de desempleo más bajas, donde el sector de AGR fue uno de los empleadores más destacado (Vanguardia, 2008). Posteriormente, el sector tuvo un decrecimiento en el año 2018, donde se dejaron de generar empleos, principalmente en las actividades de café y servicios agropecuarios y ganaderos, debido

además por la disminución de exportaciones de productos agrícolas (Banco de La República, 2018), lo que llevó a decrecer el personal ocupado del sector en la ciudad de Medellín.

Con respecto al sector MINAS, el Plan Nacional de Desarrollo 2002 a 2006 contemplaba el impulso a la exploración y explotación de hidrocarburos y minería, a través de la inversión en la actividad petrolera y las diferentes políticas de exportación, además, el plan menciona una política de generación de empleo, la cual estaba encaminada a cuatro pilares principales: reforma a la empleabilidad, apoyo directo al empleo, sistema de protección al cesante y fortalecimiento de la capacitación (DNP, 2003), así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo Minero del mismo periodo estableció medidas encaminadas a aumentar el aporte del sector al PIB y generar mayor cantidad de empleos de calidad para el desarrollo de las regiones (UPME, 2002), todo esto ocasionó probablemente un aumento de la población ocupada en el sector para la ciudad de Barranquilla y Bogotá en el año 2006. Por otro lado, en el departamento de Santander comenzó a partir del año 2010 una delimitación de las zonas de minería en el Páramo de Santurbán, lo que afectó a las tres empresas mineras presentes en la zona (Bermúdez, 2013) y generó probablemente la disminución en la cantidad de población ocupada del sector desde el año 2013.

El sector MANF se ha posicionado a lo largo de los años como uno de los máximos generadores de empleo en el país, además, ha sido beneficiado por múltiples reformas laborales, como la implementada en el año 2002, con la cual el gobierno buscaba flexibilización en las condiciones de los contratos laborales, mayor empleabilidad y protección social para los trabajadores, si bien esta reforma no generó los incrementos esperados en el mercado laboral, si permitió aumentar la contratación de aprendices (Yanes, 2018), lo que conllevó a que en el 2003 la población ocupada de las ciudades de Medellín y Cali aumentara, y posteriormente en Bogotá. Años más tarde, el Gobierno implementaría el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, donde incluiría una política laboral enfocada a tres objetivos: generación de empleo, mejora en las condiciones de trabajo y la inclusión de la población más vulnerable al mercado laboral (Sotelo y Vallejo, 2020), política que incentivó rupturas para las ciudades de Medellín, Bogotá y Cali en el periodo de ejecución del plan. Por otra parte, en el año 2018 en la ciudad de Bucaramanga se presenció una disminución del personal ocupado, donde la creación de empleos fue negativa y para el caso del sector MANF se perdieron alrededor de 2800 trabajos (DNP, 2018), ocasionado posiblemente por la crisis que venía presentando la industria del calzado, debido al contrabando

de mercancía, el aumento del IVA y de aranceles para importar maquinaria (Herrera et. al, 2020)

El mercado laboral en el sector de CONST ha presenciado múltiples variaciones, por ejemplo, en la ciudad de Bogotá ha tenido contratiempos en los últimos años, en el 2013 presentó una caída de más de 20mil empleos, esto ocasionado por el Plan de Ordenamiento Territorial, en el cual se aumentaron las cargas de los constructores y afectaron la inversión en proyectos de construcción y, por ende, la generación de empleo (Portafolio, 2013). Mientras que, en el departamento de Antioquia el sector de CONST tuvo en el año 2015 un incremento de proyectos y de ventas de vivienda nueva, generando 4.52 billones de pesos, donde el municipio más representativo fue Medellín con más de 7mil unidades vendidas (Informe Inmobiliaria, 2016), crecimiento que aportó también a la generación de empleo en la ciudad y permitió que creciera aproximadamente 11%. Así mismo, en la ciudad de Bucaramanga gracias a los macroproyectos establecidos en el Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015 el sector incrementó su aporte al PIB y la contratación de personal (Alcaldía de Bucaramanga, 2012).

Por otra parte, el sector de ELECT presenta principalmente un cambio estructural en el año 2014, afectando las ciudades de Medellín, Bogotá y Barranquilla, en la primera ciudad ocasionado probablemente por el aumento en los rubros del presupuesto municipal para la capacitación de los trabajadores y así propiciar el aumento de empleo en la región (Alcaldía de Medellín, 2015); así mismo, en la ciudad de Bogotá gracias a los esfuerzos generados por la Alcaldía Mayor para aumentar los sectores de servicios, promover una política de trabajo digno y formal, la ciudad tuvo una de las menores tasas de desempleo, lo que ocasionó a su vez un aumento de la población ocupada en el sector ELECT, sin embargo, sigue siendo uno de los que menor cantidad emplea en la capital colombiana (Secretaria Distrital de Hacienda, 2014).

La generación de empleo en Colombia ha estado beneficiada principalmente por el sector COM, si bien la crisis externa generada en el año 2009 afectó el crecimiento económico del país, el comercio minorista mantuvo su participación en el mercado laboral y permitió el incremento de 3,3% de la población ocupada (Mesa, et. al, 2009). Así mismo, el sector ha estado influido por las múltiples reformas tributarias y medidas establecidas a nivel nacional y departamental, por ejemplo, en la ciudad de Medellín en el año 2013 se presentó el Plan Departamental de Empleo, en el cual se establecieron medidas para apoyar la generación de empresas y de empleo, destacándose en la mayoría de emprendimientos las actividades comerciales minoristas, ya que

estas presentan menores barreras de entrada (FUPAD, 2014), en este mismo año se implementó el programa de emprendimiento Ciudad E, en la cual se beneficiaron 6.164 emprendedores y 286 empresas (Caracol Radio, 2014).

Posteriormente, en la ciudad de Bucaramanga se evidenciaron también aumentos en la población ocupada del sector para el año 2014, debido al crecimiento económico que venía presentando la ciudad y que le permitió entrar en el radar de los inversionistas de empresas extranjeras, principalmente chilenas, las cuales comenzaron a crear compañías enfocadas a la venta minorista en centros comerciales y almacenes de cadena, permitiendo además la generación de más de 3mil empleos (Márquez, 2014).

Finalmente, los sectores de ACT. FIN y ADM.PUB evidenciaron cambios estructurales significativos en los años 2007 y 2014 respectivamente, los cuales se presentaron en la mayor parte de las ciudades objeto de estudio, el primero de los sectores si bien es uno de los que más aporta al PIB del país no presenta el mismo comportamiento en el mercado laboral, sin embargo, en ese año presentó un incremento en el empleo, ocasionado probablemente por la estrategia establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, donde las medidas adoptadas tenían el fin de aumentar el empleo y la equidad, y por ende reducir la pobreza en el país (DNP, 2007). Con respecto al sector de ADM.PUB, la implementación de la Economía Naranja ha permitido generar condiciones para el empleo digno en las actividades culturales, incentivando los productos innovadores y convirtiendo las ideas en bienes y servicios culturales (Economía Naranja, sf), según las cifras del DANE desde el 2014 hasta el 2018 ha generado un valor agregado de aproximadamente 1,9% y un total de 286mil empleos en el primer año de ejecución (DANE, 2019). Además, es relevante mencionar que Colombia es el país que más contribuye al empleo en estos sectores y lidera las actividades en sur América, donde se destacan los múltiples carnavales y festivales de teatro del país (Camacho et. al, 2019).

7.2.2.3. Educación Superior. Finalmente, para la identificación de cambios estructurales en las series de tiempo de educación superior se procede a realizar la prueba SupF, teniendo en cuenta que la región de aceptación es hasta un valor p de 0.05, a continuación, en la tabla 15 se presentan los resultados de la prueba para cada una de las ciudades.

Tabla 15*Resultados prueba SupF para Educación.*

SERIE	CIUDAD	INDUSTRIAL	U. PRIVADA	U. PÚBLICA	TOTAL
Educación	Medellín	46.53 (3.99E-10)	10.926 (0.06333)	11.615 (0.04759)	60.21 (3.63E-13)
Educación	Barranquilla	39.851 (1.20E-08)	28.793 (3.23E-06)	5.946 (0.4016)	4.258 (0.6724)
Educación	Bogotá	13.01 (0.02633)	9.405 (0.1169)	6.8904 (0.299)	74.679 (2.22e-16)
Educación	Bucaramanga	75.353 (2.20E-16)	30.215 (8.89E-06)	17.157 (0.001047)	54.099 (8.32E-12)
Educación	Cali	22.299 (8.30E-05)	52.575 (4.41E-10)	36.556 (6.39E-08)	9.8461 (0.09815)

Nota: Los datos que se presentan en negrilla corresponden a las series de tiempo que contienen rupturas estructurales según los resultados de la prueba SupF. El valor-p de la prueba SupF se presenta en paréntesis.

Según los resultados obtenidos en la tabla 15, se puede identificar que el 70% de las series contempladas para educación superior presentan cambios en su estructura a lo largo de la ventana de tiempo estudiada. Por otro lado, resalta que en la serie de graduados de Ingeniería Industrial se presentan rupturas para todas las ciudades según la prueba supF. Continuando con la aplicación de la metodología se procede a realizar la prueba de Bai y Perrón para identificar los años de ruptura en la serie, considerando nuevamente el menor tamaño de segmento y obteniendo los resultados que se presentan en la tabla 16.

Tabla 16*Resultados prueba de Bai y Perrón para Educación.*

SERIE	CIUDAD	INDUSTRIAL	U. PRIVADA	U. PÚBLICA	TOTAL
Educación	Medellín	2007			2002
		2011	2010	2004	2004
		2015	2015	2016	2008
		2017			2011
		2017			2015
Educación	Barranquilla	2006	2006	2004	
		2013	2013	2007	-
		2017	2017	2014	
Educación	Bogotá	2003	2003	-	-
		2006	2006		
Educación	Bucaramanga	2010			
		2013	2009	2006	2011
Educación	Cali	2003			
		2005			
		2008			
		2010	2008	2007	
		2013		2012	
		2015			
		2018			

Nota: Las series que tienen valor nulo corresponden a las ciudades en los cuales la prueba de Bai y Perrón no identifica rupturas estructurales.

Como se evidencia en la tabla 16, aproximadamente el 85% de las series consideradas para el análisis de la educación superior cuentan con cambios estructurales según Bai y Perrón, obteniendo además cuatro series que no fueron consideradas en la prueba inicial, donde cabe resaltar que tres de estas tenían un valor p inferior a 12%. Continuando con la metodología, se procede a analizar a través del test de Chow cada uno de los puntos obtenidos anteriormente como se presenta a continuación en la tabla 17.

Tabla 17*Resultados test de Chow para Educación Superior*

SERIE	CIUDAD	INDUSTRIAL	U. PRIVADA	U. PÚBLICA	TOTAL
Educación	Medellín	2007**			2002**
		2011**	2010**	2004**	2004**
		2015**	2015*	2016*	2008**
		2017			2011**
		2015**			2015**
Educación	Barranquilla	2006**	2006**	2004	
		2013**	2013**	2007	-
		2017**	2017**	2014	
Educación	Bogotá	2003	2003	-	-
		2006**	2006*		
Educación	Bucaramanga	2010**	2009**	2006**	2011**
		2013**			
Educación	Cali	2003			
		2005			
		2008			
		2010*	2008**	2007**	2016**
		2013**		2012**	
		2015**			
		2018**			

Nota: ** Significancia del 5%. * Significancia del 10%. Las series que tienen valor nulo corresponden a los sectores en los cuales no se identifican rupturas estructurales.

En la tabla 17 se puede evidenciar que aproximadamente el 79% de las rupturas identificadas con la metodología de Bai y Perrón son significativas hasta un 10% cuando se analizan según el test de Chow. Por otro lado, se observa que la mayoría de los años de ruptura no interfieren en más de dos ciudades colombianas y además pareciera no tener ninguna relación evidente con los cambios generados en el PIB y en la ocupación.

Comparando los resultados de la anterior tabla y del análisis descriptivo de educación superior, se observa que las fechas de ruptura coinciden para la serie de U.PRIVADA en las ciudades de Medellín, Barranquilla y Bogotá, por su parte en la serie de INDUSTRIAL los resultados concuerdan en Barranquilla, Bogotá y Cali, mientras que en Bucaramanga coincide para la serie de U.PUBLICA. Así mismo, se observa en algunas series que la fecha de ruptura difiere en un año con al evidenciada gráficamente para la serie de TOTAL de la ciudad de Medellín y de

U.PRIVADA para Bucaramanga.

A continuación, se presenta una revisión documental con el fin de identificar los posibles sucesos que ocasionaron los cambios estructurales determinados.

7.2.2.3.1. Análisis de causas. De acuerdo con un estudio realizado por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) en el que se analizaron datos de egresados del 2013 y ocupados del 2014, dentro de las veinte carreras con mayor demanda y mejor retribución salarial se encuentran 12 ingenierías, una de ellas ingeniería industrial con una tasa de empleabilidad del 85,6% y un salario promedio de \$1.908.34 (Orientación Universia, 2018), cifra que podría estar asociado a las rupturas generadas a partir del 2013 en las ciudades de Medellín, Barranquilla, Bucaramanga y Cali, donde se evidenció un incremento de graduados del programa de ingeniería industrial. Por otro lado, en años posteriores comenzó a incrementar la cantidad de egresados en el país; esto generado probablemente por los estímulos y diferentes créditos estudiantiles. Por ejemplo, en el año 2014 el Gobierno Colombiano presentó la creación de un programa de apoyo educativo para estudiantes destacados y de escasos recursos, el programa Ser Pilo Paga, con el cual se fomentó el acceso a la educación superior en universidades tanto públicas como privadas y con el cual se llegó a 40mil beneficiados en las cuatro convocatorias realizadas (MEN, 2018), y que generó que en el año 2017 se registrara un aumento del 30% del total de graduados de pregrado en Colombia, donde cabe destacar que solamente 48 universidades del país son públicas, mientras se evidencian 127 de carácter privado (Pulzo, 2017), cifra que permite visualizar porqué la mayoría de los egresados de ingeniería industrial corresponden a universidades privadas. Sin embargo, las medidas adoptadas por el gobierno en las últimas dos décadas han permitido un crecimiento de la educación pública, es así como en el Plan Sectorial 2002-2006 con su “Revolución Educativa” pudo intervenir en los cambios generados en la serie para la ciudad de Medellín, Bucaramanga y Cali, debido a la creación de 300mil nuevos cupos y los programas de créditos educativos con el ICETEX, los cuales permitieron a estudiantes de bajos ingresos acceder a educación superior (MEN, 2006); si bien las estrategias aplican para el total de programas académicos ofertados, la carrera de ingeniería industrial se vio beneficiada desde el año 2007 aproximadamente. Así mismo, se evidenció durante el periodo de 2005 a 2014 una mejora en la educación pública del país, la cual pasó a otorgar 48% de los títulos en el 2014, esto debido a las medidas implementadas por el gobierno para ampliar la oferta educativa y la calidad de esta (Observatorio Laboral para la

Educación, 2016).

Con los resultados obtenidos en el presente apartado, se construye un artículo de carácter publicable bajo los parámetros de la revista española “International and Multidisciplinary Journal in Social Sciences (RIMCIS)”, el cual se encuentra en el anexo D del presente documento.

Conclusiones

Al revisar la literatura se evidencian diversas metodologías para estudiar el crecimiento económico y la evolución de la participación sectorial del mercado laboral de los países, donde se destacan análisis descriptivos históricos y econométricos, esto último utilizando principalmente la identificación de cambios estructurales a través de las pruebas propuestas por Bai y Perrón, Andrews y Chow. La mayor parte de los textos evidenciados se basan en el indicador macroeconómico del PIB, puesto que permite visualizar la actividad económica de un país, a su vez se detectan múltiples autores que analizan la productividad laboral y la relacionan con el anterior indicador para realizar pronósticos económicos y determinar la evolución sectorial en determinado periodo de tiempo. Así mismo, para el caso particular de Colombia no se encontraron análisis econométricos desagregados por ciudades y sectores económicos.

Por otra parte, el crecimiento económico de Colombia ha estado influenciado en los últimos años por las actividades de los sectores de servicios, entre ellos el más destacado son las actividades financieras, inmobiliarias, empresariales y de comunicaciones, las cuales han generado el mayor aporte al PIB de las principales ciudades del país, seguido por la participación del comercio, reparación, transporte y alojamiento, no obstante, resaltan también las actividades de la industria manufacturera, las cuales en el departamento de Santander han crecido de manera significativa, sin embargo, en el año 2020 disminuyen su participación, debido probablemente a los efectos generados por la pandemia del COVID19 que afectó las pequeñas empresas de la región. Por otro parte, en los departamentos de Antioquia, Bogotá y Atlántico no se evidencia una fuerte presencia del sector primario, mientras que en Santander y Valle del Cauca la generación de valor de este sector ha crecido durante la última década, sin embargo, no logra considerarse un sector importante en las regiones.

Respecto al mercado laboral colombiano se pudo concluir que el mayor generador de empleos corresponde al sector comercial, el cual ha permitido disminuir las tasas de desempleo en

las principales ciudades del país, sin embargo, también se debe considerar que es el sector con mayor informalidad, seguido se encuentran las personas empleadas en el sector de administración pública, educación y salud, actividades artísticas y de entretenimiento, y actividades de los hogares individuales, el cual ha venido ganando participación en los últimos cinco años en el país y se ha posicionado como el segundo sector con población ocupada. Por otro lado, en las series de educación superior se evidencia que en los últimos años gracias a las medidas implementadas por el Gobierno para aumentar la equidad y el desarrollo se han aumentado los graduados de educación superior, donde la cifra de egresados del programa de ingeniería industrial representa una gran proporción del total de ingenierías ofertadas por ciudad, donde se destaca el interés generado por el programa en las ciudades de Barranquilla, Bogotá y Cali.

La metodología de cambios estructurales permitió identificar las fechas de rupturas en la serie económica del PIB, mercado laboral por ramas de actividad y de graduados de educación superior en Colombia, donde se evidenció que los cambios no surgieron al mismo tiempo para todas las series estudiadas, incluso la mayor parte de los generados en el mercado laboral no guardan relación estrecha con los ocasionados en las series del PIB, sin embargo, en algunos sectores si presentó una posible intervención, generando cambios dos años después que en los del PIB, debido a que la variabilidad de este indicador económico y el aporte por sectores influyen posteriormente en el mercado laboral y no en el mismo año. Con relación a la serie de educación, no se encontró evidencia de una relación directa de esta serie con los cambios estructurales generados en la economía del país, sino que podría influenciada principalmente por programas o políticas enfocadas al sector educativo.

Por otro lado, el desarrollo de análisis descriptivo permitió de forma preliminar evidenciar los cambios estructurales de las series de tiempo, los cuales fueron corroborados a través de un análisis econométrico, evidenciando similitud de las fechas de rupturas para algunas series, mientras que en otras los resultados tuvieron una variación de un año, debido a que gráficamente se consideraron en su mayoría los cambios estructurales cuando la serie decrecía y llegaba a un punto mínimo, sin embargo, las pruebas realizadas determinaron, en algunas series, que las rupturas se generaron el año inmediatamente anterior o siguiente.

Finalmente, con la metodología se concluye que utilizar múltiples pruebas junto con análisis descriptivos permite contrastar los resultados y así determinar con mayor certeza las fechas de posibles quiebres, las cuales en su mayoría parecieran estar asociadas principalmente a cambios

de gobierno, implementación de políticas laborales, reformas tributarias, metodologías establecidas a nivel nacional y departamental para fomentar el desarrollo, y en menor medida a los fenómenos naturales que afectaron el país.

Recomendaciones

Se recomienda replicar el presente estudio con países latinoamericanos y con una frecuencia de datos de forma semestral, con el fin de ampliar la información y poder visualizar los cambios sectoriales en los diferentes países y las rupturas que han sido generadas por factores externos.

Finalmente, se recomienda replicar en el futuro la presente investigación, con el fin de evidenciar las repercusiones económicas, laborales y estudiantiles generadas a raíz de la pandemia por el virus del COVID19 en las principales ciudades de Colombia.

Referencias bibliográficas

- Abeles, M. Cimoli, M. y Lavarello, P (2017). *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*, CEPAL.
- ACOPLÁSTICOS (2014). *Un nuevo impulso a la Industria Manufacturera Colombiana. Panorama, retos y 50 recomendaciones de política*.
https://www.acoplasticos.org/acceso_clientes/imagenes/Un_Nuevo_Impulso_a_la_Industria_50_Acciones.pdf
- Agencia EFE (2016). El transporte aéreo en Colombia creció 5,3 % en los primeros nueve meses de 2016. *Agencia EFE*. <https://www.efe.com/efe/america/economia/el-transporte-aereo-en-colombia-crecio-5-3-los-primeros-nueve-meses-de-2016/20000011-3086432>
- AGRONET (2007). *Plan de Acción “Agro 2003-2015” para la agricultura y la vida*.
<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Noticia68.aspx%7D>
- Alcaldía de Bucaramanga, (2012). *Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. Bucaramanga capital sostenible*. https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/1ACUERDO_014_PDM_2012-2015._version_final_mayo_31.pdf
- Alcaldía de Medellín, (2015). *Informe de calidad de vida de Medellín 2014*.
<https://www.medellincomovamos.org/sites/default/files/2020-01/documentos/Informe%20de%20indicadores%20objetivos%20sobre%20c%C3%B3mo%20vamos%20en-%20Empleo%2C%202014.pdf>
- Altinay, G. y Karagol, E (2004). Structural break, unit root, and the causality between energy consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics*, 26, 985-994.
- Álvarez, D (2016). *Sector construcción en Antioquia creció 15% en 2016 con relación al año anterior*. El palpitar. <http://www.elpalpitar.com/economia/2016/03/sector-construccion-antioquia-crecio-15-2016-relacion-al-ano-anterior/>
- Anderson, G. y Mizon, Q (1989). What Can Statistics Contribute to the Analysis of Economics Structural Change?. *Statistical Analysis and forecasting of Economic Structural Change*. Capitulo 1, 4-21.

- Andrews, D. (1993). Tests for parameter instability and structural change with unknown change point, *Econometrica*, 61, 821-856.
- Andrews, D. y Ploberger, W. (1994). Optimal tests when a nuisance parameter is present only under the alternative. *Econometrica*, 62,1383-1414,
- Bai, J. y Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes, *Econometrica*, 66, 47–78.
- Bai, J. y Perron, P. (2003). Critical values for multiple structural change tests, *The Econometrics Journal*, 6, 72–78.
- Banco de la República (2008). *Informe de Coyuntura Económica Regional*.
https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/2008_2_28.pdf
- Banco de La República, (2018). *Coyuntura del mercado laboral a septiembre de 2018 y dinámica estructural y cíclica de la participación laboral*.
<https://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/9596>
- Ben-David, D y Papell, D. (1998). Slowdowns and Meltdowns: Postwar Growth Evidence from 74 Countries. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 561-571.
- Bermúdez, A (2013). El procurador presiona a favor de la minería en Santurbán. *La Silla Vacía*.
<https://www.lasillavacia.com/historias/silla-nacional/el-procurador-presiona-a-favor-de-la-mineria-en-santurban>
- Bonet, J. (2005). Cambio estructural regional en Colombia: una aproximación con matrices insumo-producto. Documentos de trabajo sobre Economía Regional. Banco de la República de Colombia.
- Brown, R. Durbin, J y Evan, J (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society*. 37 (2), 149-172.
- Camacho, L., Muñeton, N. y Pardo, S. (2019). *Incidencia de las industrias creativas en el PIB, empleo y exportaciones de las economías colombiana y brasilera durante el periodo comprendido entre los años 2014-2018* (tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Cámara de Comercio de Bogotá (n.d.). *Código CIU*,
http://recursos.ccb.org.co/ccb/instructivos/acerca_CIU/01.html.
- Cámara de Comercio de Bogotá, (2006). *Balance de la situación económica de Bogotá y Cundinamarca* 2005.

- https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2864/615_2006_4_11_11_16_7_Balance_de_la_situacion_economica_de_Bogota_y_Cundinamarca_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Caracol Radio, (2014, 25 de febrero). Programa de emprendimiento Ciudad E generó 2.500 empleos en Medellín. *Caracol Radio*.
https://caracol.com.co/radio/2014/02/25/regional/1393309020_098221.html
- Cárdenas, M. (2007). Economic Growth in Colombia: a Reversal of 'Fortune'?. *Ensayos sobre Política Económica*, 25(53), 220-258.
- Cárdenas, G. y Suarez, E. (2018). Composición de importaciones y crecimiento económico en Colombia para el período de 1994-2016 (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Humanas, Bucaramanga, Santander.
- Cháves, N., Velásquez, O. y Mateus, M. (2011). Cambios estructurales en la participación laboral en Colombia desde 1984 - 2008: un análisis econométrico del mercado laboral urbano para la generación de políticas de empleo. *Revista CIFE: Lecturas De Economía Social*, 13 (18), 79-100.
- Chen, J y Gupta, A. (2000). *Parametric Statistical Change Point Analysis*. Birkhäuser.
- Chow, G. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions, *Econometrica*, 28(3), 591-605.
- Cimoli, M. Porcile, G. y Primi, A (2005). Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina. *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, 9-39.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2016). Empleo y productividad laboral agropecuaria en Colombia. *Serie Macroeconomía del Desarrollo*, 176.
- Córdoba, J (2020). *Métodos cuantitativos* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Económicas y de Negocios, Iquitos, Perú.
- CRT Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (2005). *Informe sectorial de Telecomunicaciones Primer Semestre 2004*.
https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-7903_Informe_semestral_2004_pdf.pdf
- Cuadrado, R. González, M. y Gómez, C (1989). Desarrollo económico, cambio estructural y evolución de los servicios. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 13-14, 20-43.

DANE, (sf). *Gran Encuesta Integrada de Hogares*,
<https://microdatos.dane.gov.co/catalog/701/study-description>.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE, (2006).
Boletín Producto Interno Bruto. Cuarto Trimestre de 2005.
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bolet_PIB_IVtrim05_ant.pdf

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE, (2019).
Economía Naranja primer reporte 2019.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/sateli_cultura/economia-naranja/1er-reporte-economia-naranja-2014-2018.pdf

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE, (2022).
PIB por departamento. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE, (2022).
Población ocupada según su actividad económica y por cuenta propia.
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo/poblacion-ocupada-segun-su-actividad-economica-y-por-cuenta-propia>

Delgado, M. e Hidalgo, J. (2000). Nonparametric inference on structural breaks. *Journal of Econometrics*, 96, 113-144.

Delgado, P (2015). Los 10 problemas que le restan capacidad al agro. *La República*,
<https://www.larepublica.co/economia/los-10-problemas-que-le-restan-capacidad-al-agro-2297396>

Departamento Nacional de Desarrollo - DNP (2003). *Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006. Hacia un Estado comunitario*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND.pdf>.

Departamento Nacional de Desarrollo - DNP (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Estado Comunitario: desarrollo para todos*.
https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND_Tomo_1.pdf

Departamento Nacional de Desarrollo - DNP (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014. Prosperidad para todos*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND2010-2014%20Tomo%20I%20CD.pdf>

- Departamento Nacional de Desarrollo - DNP (2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Todos por un nuevo país*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/pnd/pnd%202014-2018%20tomo%201%20internet.pdf>
- Departamento Nacional de Desarrollo - DNP, (2018). *Mercado laboral urbano – resultados 2018: Bucaramanga*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/4%20Informe%20Bucaramanga%202018.pdf>
- Economía Naranja, (sf). *ABC Economía Naranja*. <https://economianaranja.gov.co/abc-economia-naranja/>
- El Tiempo (2004, 7 de noviembre). La resurrección del CDT. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1515825>
- EOI Escuela de Negocios y Servei d'Ocupació de Catalunya (2010). *Necesidades de cualificación profesional en los sectores de la industria, el comercio y el turismo en Cataluña y necesidades de cualificación profesional en los sectores de la industria, el comercio y el turismo en Cataluña desde la perspectiva de las asociaciones empresariales y las organizaciones sindicales*, http://abayanalistas.net/es/wp-content/uploads/informes/EOI_2010.pdf
- Eslava, M., Haltiwanger, J., Kugler, A., Kugler, M., 2004. The effects of structural reforms on productivity and profitability enhancing reallocation: evidence from Colombia, *Journal of Development Economics*, 75(2), 333-371.
- FEDESARROLLO (2013). Estudio sobre los impactos socioeconómicos del sector minero en Colombia: encadenamientos sectoriales. FEDESARROLLO.
- Fermoso, P. (1997). Manual de economía de la educación. Narcea Ediciones.
- Fernandes, A. (2007). Trade policy, trade volumes and plant-level productivity in Colombian manufacturing industries. *Journal of International Economics*, 71 (1), 52–71.
- Franco, A (2017). Evidencia de la ley de Okun para Colombia, Chile y Argentina: 1980-2014. Universidad Católica de Colombia.
- Fundación Panamericana para el Desarrollo FUPAD, (2014). Plan Departamental de Empleo de Antioquia. <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/18989457/Plan+de+Empleo+de+Antioquia.pdf/09633cde-d54c-b814-ca7b-d05f47cf0d94?download=true>

- Galindo, L y Cordera, R. (2005). Las relaciones de causalidad entre el gasto público y el producto en México: ¿existe evidencia de cambio estructural? *Revista mexicana de economía y finanzas*. 4 (4), 369-386.
- Gamero, G y Cervantes, M (2010). Liberalización comercial y empleo en México. *Revista de Economía Mundial*, 26, 107-133.
- García, J. (2002). Liberalización, Cambio Estructural y Crecimiento Económico En Colombia. *Cuadernos de economía*, 21(36), 189-244.
- Gracia, O. y Urdinola, P (2000). Una mirada al mercado laboral colombiano. Unidad de análisis macroeconómico- Departamento Nacional de Planeación.
- Gobernación de Antioquia (2016). *Plan de desarrollo: Antioquia piensa en grande 2016-2019*, <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36689>
- Gobernación del Atlántico (2004). *Plan de desarrollo departamental 2004 - 2007 Compromiso para una vida digna*, https://atlantico.gov.co/images/stories/plan_desarrollo/plan_desarrollo_2004-2007.pdf
- Gonzalez, V y Moral, E (2019). El proceso de cambio estructural de la economía española desde una perspectiva histórica. Banco de España.
- Guihur, A y Catalán, C (2016). *Relación entre capitalización bursátil y el crecimiento económico en el contexto colombiano* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Bucaramanga, Colombia.
- Hansen, B. (2001). The New Econometrics of Structural Change: Dating Breaks in U.S. Labor Productivity. *The Journal of Economic Perspectives*. 15 (4), 117-128.
- Hendry, D. y Clements. (2001). Economic forecasting: Some lessons from recent research. Technical report. U.K. Economic and Social Research Council.
- Herrera, Y., Ramirez, Y. y Torres, A. (2020). Señales de fracaso empresarial en la industria del calzado en Bucaramanga y su área metropolitana (tesis tecnológica), Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Hurtado, C (2010). Cambio estructural en la agricultura colombiana 1980-2005. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 226, 151-176.
- Informe Inmobiliario (2016). 2015, Año histórico para el sector de la construcción. *Informe Inmobiliario*. <https://www.informeinmobiliario.com/blog/2015-ano-historico-para-el-sector-de-la-construccion/445>

- Isaza J, y Mesa C (2004). Cambios estructurales de la demanda de trabajo en Colombia: un análisis econométrico entre 1984 y 2000. *Revista de Investigación*, 4, 99-116.
- Junttila, J. (2001). Structural breaks, ARIMA model and finnish inflation forecasts. *International Journal of Forecasting*, 17, 203–230.
- Kalmanovitz, S. y López, E. (2004). Patrones de desarrollo y fuentes de crecimiento de la agricultura. *Borradores de Economía*, 288, Banco de la República de Colombia.
- Katz, J. (2006). Cambio estructural y capacidad tecnológica local. *Revista de la CEPAL*, 8, 59-73.
- Lara, A (2008). *Agricultura urbana en Bogotá: implicaciones en la construcción de una ciudad sustentable* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales, Bogotá, Colombia.
- Loría, E. Rojas, S. y Martinez, E. (2021). Ley de Okun en México: un análisis de la heterogeneidad estatal, 2004-2018. *Revista de la CEPAL*. 134, 141-160.
- MacKinnon, J. (1988). Heteroskedasticity-Robust Tests for Structural Change. *Queen's Economics Department*. 717, 1-14.
- Mantilla, P. (2007). *Cambio estructural sectorial en la economía colombiana, análisis comparativo con el caso chileno* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad Ciencias Económicas y Administrativas, Bogotá, Colombia.
- Márquez, S. (2014). El 'milagro' de Bucaramanga, la Ciudad Bonita. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13787736>
- Martinez, J y Espasa, A (1998). Caracterización del PIB español a partir de modelos univariantes no lineales. *Revista Española de Economía*, 15(3), 325-354.
- McCandless, G, Gabriell, F y Murphy, T (2001). Modelos econométricos de predicción macroeconómica en la Argentina. Banco Central de la República Argentina.
- McConnell, M. y Perez, G (2000). Output Fluctuations in the United States: What Has Changed Since the Early 1980s?. *American Economic Review*, 90(5), 1464 -1540.
- Melo, L. y Misas, M (2004). Modelos estructurales de inflación en Colombia: estimación a través de mínimos cuadrados flexibles. Banco de la República de Colombia.
- MEN, (2021). *Graduados de Educación Superior*. https://www.datos.gov.co/Educacion/MEN_GRADUADOS_DE_EDUCACION_SUPERIOR/xqxc-j3uf

- Menezes-Filho, N. y Muendler, M. (2011). Labor Reallocation in Response to Trade Reform, NBER Working Paper 17372.
- Mesa, R y Rhenals, R. (2003). La economía colombiana en el 2003 mejora, pero a un ritmo lento. *Perspectivas para el 2004. Perfil de Coyuntura Económica*, (2), 5-20.
- Mesa, R., González, J y Aguirre, Y. (2009). Se “esfumó” el crecimiento económico colombiano en 2009: análisis de la coyuntura y perspectivas 2010. *Perfil de Coyuntura Económica*, (14), 69-111.
- Ministerio de Educación Nacional MEN (2006). “*La revolución educativa 2002 – 2006*”. *Informe de gestión a 7 de agosto de 2006*.
https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-104306_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Superior MEN (2018). ‘*Ser pilo paga*’ llega a los 40.000 beneficiarios, <https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Noticias/363347:Ser-pilo-paga-llega-a-los-40-000-beneficiarios>
- MINITAB. (sf). *Interpretar los resultados clave para Gráfica CUSUM*, <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/how-to/time-weighted-charts/cusum-chart/interpret-the-results/key-results/>.
- Miranda, E (2015). *Análisis cuantitativo de la relación entre la inversión extranjera directa y el crecimiento económico en América Latina* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Bucaramanga, Santander.
- Moncayo, E. y Garza, N. (2005). Cambio estructural y transformaciones espaciales en Colombia 1975-2000. *Economía y Región*, 124-163.
- Morales, N. (2019). *Identificación de cambios estructurales en los principales índices bursátiles de los países que conforman el MILA entre los años 2008 y 2018* (tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Bogotá, Colombia.
- Munari, A (2014). *Ensayos sobre el mercado laboral en Colombia - evolución de la distribución de los ingresos laborales y relación entre integración comercial y cambio estructural* (tesis de pregrado). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Nayyar, D (2019). *Resurgent Asia*. Oxford University Press.

- Neira, I (2007). Capital humano y desarrollo económico mundial: modelos econométricos y perspectivas. *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional*, 7(2), 53-80.
- Noriega, A y Rodríguez, C (2011). Estacionariedad, Cambios Estructurales y Crecimiento Económico en México: 1895-2008. Banco de México.
- Noriega, A. y Ramírez, A. (1999). Unit Roots and Multiple Structural Breaks in Real Output: How Long Does an Economy Remain Stationary?, *Estudios Económicos*, 14(2), 163-188.
- Observatorio Laboral para la Educación, (2016). *Perfil académico y condiciones de empleabilidad: graduados de educación superior (2001 – 2014)*. https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articles-380196_recurso_1.pdf
- Ocampo, J. Sánchez, F y Tovar C. (2000). Cambio estructural y deterioro laboral: Colombia en la década de los noventa. *Coyuntura Económica*. 30 (4), 75-108.
- Organización de Naciones Unidas - ONU (2015). *Report of the World Commission on environment and development*. New York: U.N, <https://digitallibrary.un.org/record/139811>
- Orientación Universia, (2018, 4 de octubre). *Las carreras profesionales mejor pagadas en Colombia*. https://orientacion.universia.net.co/infodetail/orientacion/orientacion_vocacional/las-carreras-profesionales-mejor-pagadas-en-colombia-5072.html
- Ortiz, C.H. (2009). La Desaceleración Económica Colombiana: Se Cosecha lo que se Siembra. *Revista de Economía Institucional*, 11(21), 107–137.
- Parra, C (2011). Colombia: estimación de un modelo VAR para el producto interno bruto y la recaudación de impuestos (2000 – 2011). *Revista Civilizar de Empresa y Economía*. 2(4),108-122.
- Pavcnik, N. (2002). Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvement: Evidence from Chilean Plants, *Review of Economic Studies*, 69 (1), 245–276.
- Pérez, M (2016). Caracterizando las injusticias ambientales en Colombia: Estudio para 115 casos de conflictos socio-ambientales. Universidad del Valle.
- Pérez, G. Aguilera, M. Galvis, L. Otero, A. Sánchez, A. y Acosta, K. (2014). Economía de las grandes ciudades en Colombia: seis estudios de caso. Banco de la República de Colombia.

- Pinchao, A y Uribe, J. (2016). Crecimiento económico colombiano y quiebres estructurales endógenos. Universidad Nacional de Colombia.
- Poirier, O. (1991): The Econometrics of Structural Change: a retrospective view. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2(2), 395-404.
- Pontón, A, y Posada, C. (1999). El crecimiento económico colombiano en el siglo XX: aspectos globales. Banco de la República de Colombia.
- Portafolio (2006, 21 de septiembre). La industria colombiana crecería cerca del 9,2 por ciento en el 2006. *Portafolio*, <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/industria-colombiana-creceria-cerca-ciento-2006-180282>
- Portafolio, (2013, 4 de septiembre). Sector de construcción perdió 41.000 empleos en Bogotá. *Portafolio*, <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/sector-construccion-perdio-41-000-empleos-bogota-78276>
- Portafolio, (2017, 14 de febrero). ‘Los resultados de comercio no fueron buenos para el sector’: Fenalco. *Portafolio*, <https://www.portafolio.co/economia/comercio-y-ventas-minoristas-en-colombia-2016-503381>
- Portafolio, (2018, 20 de agosto). ‘Industrias culturales le aportan más al PIB del país que el café’. *Portafolio*, <https://www.portafolio.co/negocios/industrias-culturales-le-aportan-mas-al-pib-del-pais-que-el-cafe-520236>
- Portafolio (2021, 17 de agosto). Los sectores que más aportaron al PIB del segundo trimestre en el país. *Portafolio*, <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/pib-segundo-trimestre-del-2021-sectores-que-mas-aportaron-555216>.
- Pulzo, (2017, 29 de agosto). Número de graduados de pregrado en Colombia aumentó 30%; el de posgrado, 90%, <https://www.pulzo.com/nacion/aumento-numero-estudiantes-universitarios-graduados-colombia-PP334684#:~:text=N%C3%BAmero%20de%20graduados%20de%20pregrado,calidad%20del%20Ministerio%20de%20Educaci%C3%B3n.&text=El%20an%C3%A1lisis%20se%20hizo%20en,que%20hay%2>
- Quiroga, C (2019). Estudio econométrico del crecimiento económico de México para el periodo de 1994 a 2017, en función de nueve variables explicativas. *UMR: Management Review*. 3 (3); 1-14.

- Rodríguez, G, (2002). Modelos estructurales en el contexto de las series temporales económicas. Universidad de La Laguna y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Ruiz, A. y Fregoso, L (2017). Mercados cambiarios y tipos de cambio de Asia y Latinoamérica: sincronización de largo plazo, cambios estructurales y choques estocásticos. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 25, 295-317.
- Salazar, A y Molina, A (2012). *Influencia de los sectores económicos agropecuario, pesquero, minero y manufacturero en el PIB de Nicaragua en el período 1960 – 2010* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad De Ciencias Económicas y Empresariales, Managua, Nicaragua.
- Sánchez, P., Velásquez, J, y Castaño, (2005). *Modelado de cambios estructurales en series de tiempo no lineales utilizando redes neuronales* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Bogotá, Colombia.
- Sánchez, P (2008). Cambios estructurales en series de tiempo: una revisión del estado del arte. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 7 (12), 115-140.
- Sánchez, G. y Butler, I. (2004). Market Institutions, Labor Market Dynamics, and Productivity in Argentina during the 1990's, *Journal of Policy Reform*, 7 (4)
- Santana, L. (2019). *Desindustrialización como Cambio Estructural en Colombia: 1990-2016*, (tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Facultad de ciencias económicas y sociales, Bogotá, Colombia.
- Secretaria Distrital de Hacienda, (2014). El 2014 inició con menos desempleo en Bogotá. https://www.shd.gov.co/shd/sites/default/files/documentos/boletin_empleo_11.pdf
- Semana, (2017, 13 de septiembre). El dilema de la minería en la sabana de Bogotá. *Revista Semana*, <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/mineria-en-la-sabana-de-bogota-or-que-hacer-mineria-en-esta-zona-de-colombia/38632/>
- Semana, (2016, 31 de marzo). La economía bogotana creció 3,9% en el 2015. *Revista Semana*, <https://www.semana.com/economia/articulo/crecimiento-del-pib-de-bogota-en-2015/222002/>
- Semana, (2017, 22 de febrero). Ocupación hotelera en Colombia alcanzó cifras récord en 2016. *Revista Semana*, <https://www.semana.com/economia/articulo/ocupacion-hotelera-en-colombia-en-2016/242246/>

- Sotelo, L. y Vallejo, L (2020). La generación de empleo en el sector industrial en Colombia, 2010-2018. *Finanzas y Política Económica*, 13 (1), 115-142.
- Stock, J. y Watson, M (1996). Evidence on Structural Instability in Macroeconomic Time Series Relations. *Journal of Business and Economic Statistics*, 14(1),11-30.
- Stock, J. y Watson, M. (2012). *Introducción a la Econometría*. Pearson.
- Timmer, M. Vries, G y Vries, K. (2014). Patterns of structural change in developing countries. Groningen Growth and Development Centre.
- Troya, Paola (2020). *Análisis de los cambios estructurales del subempleo, desempleo a nivel urbano y tasa de variación del PIB en el Ecuador (2007-2018)* (tesis de maestría). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Quito, Ecuador.
- Tsay, R., (1988). Outliers, level shifts, and variance changes in time series. *Journal of Forecasting*, 7, 1–20.
- Turtle, H. y Zangh, C. (2014). Structural breaks and portfolio performance in global equity markets. *Quantitative Finance*, 15(6), 909-922.
- UPME, (2002). Plan Nacional de Desarrollo Minero 2002- 2006. <https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/1157.pdf>
- UPME (2012). Plan Nacional de Desarrollo Minero al 2014. Sector Minero De Cara A La Sociedad. <http://www.upme.gov.co/Docs/pndm/2013/PNDM2014.pdf>
- Vázquez, R. (2018). Cambio estructural y productividad laboral en la industria. Un análisis global. *El trimestre económico*, 85 (338), 227-310.
- Vanguardia (2008, 29 de noviembre). Bucaramanga registró el desempleo más bajo: 8,1%. *Vanguardia*, <https://www.vanguardia.com/economia/local/bucaramanga-registro-el-desempleo-mas-bajo-81-JXVL14139>
- Vanguardia (2015, 17 de octubre). Economía de Santander creció 7,9% en 2014. *Vanguardia*. <https://www.vanguardia.com/economia/local/economia-de-santander-crecio-79-en-2014-IBVL332219>
- Wacziarg, R. y Wallack, S. (2004). Trade Liberalization and Intersectoral Labor Movements, *Journal of International Economics*, 64 (2), 411–439.
- Wang, L. y Szirmai, A (2008). Productivity Growth and Structural Change in Chinese Manufacturing, 1980-2002, *Industrial and Corporate Change*, 17(4), 841-874.

- Wu, Y (2008). Simultaneous change point analysis and variable selection in a regression problem. *Journal of Multivariate Analysis*, 99 (9), 2154–2171.
- Yanes, C (2018). La reforma laboral de 2002 y la dinámica del empleo industrial en Colombia. *Economía y Región*, 12 (1), 7-35.