



**Relación de las variaciones entre las Estadísticas de Concreto
Premezclado y las estadísticas de construcción**

Angela María Bernal Contreras
Javier Mauricio Ortega Mantilla

Fundación Universitaria Los Libertadores
Departamento de Ciencias Básicas
Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C.
2016



**Relación de las variaciones entre las Estadísticas de Concreto
Premezclado y las estadísticas de construcción**

Angela María Bernal Contreras
Javier Mauricio Ortega Mantilla

Asesor:
Wilmer Pineda Ríos

Fundación Universitaria Los Libertadores
Departamento de Ciencias Básicas
Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C.
2016

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, D.C 16 de febrero de 2016

Las Directivas de la Universidad de
Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo
Docente no son responsables por los
criterios e ideas expuestas en el presente documento.
Estos corresponden únicamente a los autores.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1.	Introducción	11
1.1.	Formulación del problema	12
1.2.	Justificación	12
1.3.	Objetivos	14
2.	Marco de Referencia	15
3.	Metodología	21
3.1.	Unidad de análisis.....	21
3.2.	Descripción de variables	22
3.2.1.	Estadísticas de Concreto:	22
3.2.2.	Censo de Edificaciones:	22
3.2.3.	Indicador de Inversión en Obras Civiles	23
3.3.	Diseño estadístico.....	24
3.4.	Instrumentos	27
3.5.	Procedimiento	27
4.	Aspectos éticos o confidencialidad de la información	29
5.	Resultados	30
5.1.	Análisis Descriptivo	30
5.2.	Análisis de perfiles	32
5.2.2.	Destino edificaciones	36
6.	Discusión y conclusiones	43
7.	Referencias	46
8.	Anexos	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estadística descriptiva del Censo de Edificaciones CEED	30
Tabla 2. Estadística descriptiva de las Estadísticas de Concreto EC.....	31
Tabla 3. Estadística descriptiva del Indicador de Inversión en Obras Civiles.....	32
Tabla 4. Resultados de la prueba de normalidad multivariada de Mardia para las variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda.....	32
Tabla 5. Resultados de la prueba de normalidad multivariada de Mardia para las variaciones trimestrales 2012-2014 para edificaciones	33
Tabla 6. Resultados de la prueba de normalidad multivariada de Mardia para las variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para obras civiles	33
Tabla 7. Prueba de Hipótesis para la relación entre las Variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto.....	36
Tabla 8. Estimación de los betas para la relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto.....	36
Tabla 9. Prueba de Hipótesis para la relación entre las variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para edificaciones según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto.....	39
Tabla 10. Estimación de los betas para la relación entre las variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para edificaciones según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto	39
Tabla 11. Prueba de Hipótesis para la relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos de acuerdo al Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto	42
Tabla 12. Estimación de los betas para la relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos de acuerdo al Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de inversión en obras civiles de acuerdo al tipo de obra	20
Figura 2. Clasificación de inversión en obras civiles de acuerdo al tipo de obra con uso intensivo de concreto premezclado	23
Figura 3. Variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto.....	34
Figura 4. Variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para vivienda según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto	35
Figura 5. Variaciones trimestrales 2012-2014 para edificaciones según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto.....	37
Figura 6. Variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para edificaciones según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto	38
Figura 7. Variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos de acuerdo al Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto	40
Figura 8. Variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para obras civiles según pagos de acuerdo al Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto.....	41

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto	48
Anexo 2. Variaciones trimestrales 2012-2014 para edificaciones según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto	48
Anexo 3. Variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos de acuerdo al Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto	49

Resumen

Como parte del proceso estadístico que se realiza en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], y en aras de cumplir con las Buenas Prácticas para las Estadísticas Oficiales, particularmente con la confianza y credibilidad, se quiere fortalecer el sustento estadístico que se tiene en el contraste de información para las estadísticas de Concreto Premezclado.

El DANE, como entidad encargada de producir y difundir información estadística estratégica, para la toma de decisiones por parte del sector gubernamental y privado, genera información en los ámbitos sociales, ambientales y económicos; dentro de este último se encuentran estadísticas¹ e indicadores² pertenecientes al tema de la construcción. El interés de esta investigación se centra en la información de las Estadísticas de Concreto, el Indicador de Inversión en Obras Civiles y el Censo de Edificaciones (DANE, 2015b). Se relacionaron estadísticamente estas importantes investigaciones en cuanto a los destinos de uso del concreto para construir viviendas, obras civiles y edificaciones, mediante un diseño de experimentos enfocado principalmente en un análisis de perfiles de las variaciones generadas en cada una de las series de acuerdo a cada indicador.

Palabras Claves: concreto premezclado, vivienda, obras civiles, edificaciones.

Abstract

As part of the statistical process carried out by the National Administrative Department of Statistics [DANE], and in order to comply with “Buenas Prácticas para las Estadísticas Oficiales” (Good Practices for Official Statistics), especially trust and credibility, it is required to strengthen the statistical support in the information contrast for the ready-mix concrete statistics.

DANE, as the entity in charge of producing and disseminating strategic statistical information for decision-making by the government and private sectors, generates information on social, environmental and economic fields; the latter group, includes statistics¹ and indicators² related to the construction theme. The focus of this research is: “Estadísticas de Concreto” (ready-mix concrete statistics), “Indicador de Inversión en Obras Civiles” (indicator on public works investment) and “Censo de Edificaciones” (building census) (DANE, 2015b). These important researches were statistically linked in

¹ Cartera Hipotecaria de Vivienda – CHV, Censo de Edificaciones – CEED, Estadísticas de Cemento Gris- ECG, Licencias de Construcción – ELIC, Financiación de Vivienda – FIVI, Vivienda VIS y NO VIS y Estadísticas de Concreto Premezclado.

² Índice de Valoración Predial – IVP, Indicador de Inversión en Obras Civiles – IIOC, Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción – IEAC, Índice de Costos de la Construcción de Vivienda – ICCV, Índice de Costos de la Construcción Pesada – ICCP, Índice de Precios de Vivienda Nueva – IPVN, Índice de Precios de edificaciones Nuevas – IPEN y el Índice de Avance Físico de Obras Civiles – AFOC.

terms of uses of ready-mix concrete to build dwellings, public works and buildings, through a design of experiments mainly focused on profile analysis of the variations generated in each one of the series according to each indicator.

Keywords: ready-mix concrete, dwellings, public works, buildings.

1. Introducción

El sector de la construcción³ tiene una participación en el Producto Interno Bruto (PIB) del país de 6.4 por ciento en promedio en el último quinquenio (2009 – 2013), aumentando en el tercer trimestre de 2014 a 9.5 por ciento (DANE, 2015a). Considerando esta participación en la economía, es importante identificar los encadenamientos y trazabilidad de los insumos utilizados, especialmente del concreto, el cual tiene usos arquitectónicos y estructurales.

Las estadísticas del DANE siguen un proceso de análisis de la información, en donde se valida su consistencia y confiabilidad. Las Estadísticas de Concreto Premezclado se validan macroeconómicamente pero es importante encontrar una relación estadística con otros indicadores ya consolidados desde tiempo atrás, como son el Indicador de Inversión en Obras Civiles y el Censo de Edificaciones.

“La encuesta de producción de concreto investiga gran parte de los establecimientos industriales dedicados a esta actividad, los cuales se estima cubren al menos 85 por ciento de la producción total de este insumo. El objetivo de la encuesta es proporcionar información sobre la evolución de la producción mensual de concreto por destino de uso (vivienda, obras civiles, edificaciones y otros) y a nivel de departamento”, brindando un indicador complementario a las estadísticas del sector. Se recopiló mensualmente desde el año 2011 la información de metros cúbicos de concreto premezclado, que difunde datos desde marzo de 2014 (DANE, 2014. p.12).

El Indicador de Inversión en Obras Civiles tiene como objetivo “determinar la evolución trimestral de la inversión en obras civiles, a través del

³ La rama económica de construcción está conformada por los subsectores de: construcción de obras de ingeniería civil; construcción de edificaciones completas y de partes de edificaciones, y de acondicionamiento de edificaciones.

comportamiento de los pagos de las entidades a los contratistas”, por tipo de obra, por ejecuciones en obras, e incluyendo además, todas las actividades relacionadas con éstas. Se dispone de información desde 1998 del total nacional y por grupos de las principales fuentes ejecutoras o contratantes de obras de ingeniería civil (DANE, 2013).

Por último con el Censo de Edificaciones se quiere determinar el estado actual de la actividad edificadora para establecer su composición, evolución y producción, contribuyendo a la medición y cálculo de los principales agregados macroeconómicos. Cubre las obras de acuerdo a su estado, destino, estrato y sistema constructivo; se lleva a cabo trimestralmente desde 1996, ampliando su cobertura a través del tiempo hasta la actual, que está conformada por 3 áreas metropolitanas y 12 áreas urbanas (DANE, 2011).

1.1. Formulación del problema

En la economía del país el sector de la construcción ha tomado relevancia y es uno de los sectores que está jalonando el crecimiento. Los usuarios de información del sector necesitan información confiable y oportuna, y cada vez hacen más requerimientos de información específica. El DANE ha venido generando nueva información, específicamente la producción de concreto, porque se pretende encontrar la relación entre las Estadísticas de Concreto Premezclado por destino de uso con el Indicador de Inversión en Obras Civiles y el Censo de Edificaciones como parte de las estadísticas de construcción.

1.2. Justificación

El sector de la construcción es muy importante en el desarrollo de un país ya que proporciona elementos de bienestar básicos en una sociedad, al construir puentes, carreteras, puertos, vías férreas, presas, plantas generadoras de energía eléctrica, industrias, así como viviendas, escuelas, hospitales, y lugares para el esparcimiento y la diversión como los cines, parques, hoteles, teatros, entre otros (INEGI, 2014).

Este sector utiliza insumos provenientes de otras industrias como el acero, hierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, etc., por este motivo es uno de los principales motores de la economía del país.

El concreto es considerado uno de los insumos más importantes para el sector de la construcción, tanto para las obras civiles, como carreteras, puentes, represas, etc., como para la construcción de edificaciones, de esta manera las Estadísticas de Concreto Premezclado se pueden considerar como potencial indicador líder del sector.

Con el propósito de complementar los indicadores existentes del sector de la construcción y conocer de manera más cercana el comportamiento y la utilización de insumos estratégicos como el concreto premezclado, el cual se desarrolla a la par de la ejecución de las obras, el DANE desde el año 2011 inicia el diseño de un indicador que además de determinar los metros cúbicos de concreto premezclado en un período de tiempo, permitiera generar una desagregación a nivel de subsectores como edificaciones y obras civiles, información estratégica para el contraste de la estadística básica y la estimación de los agregados económicos.

Por su reciente creación y su desagregación temática específica en cuanto a uso destino, es necesario contrastar y validar esta información para darle confiabilidad y solidez a sus resultados en cuanto a consistencia con las estadísticas de construcción que se relacionan en cada uno de los destinos (vivienda, edificaciones y obras civiles). Actualmente se validan macroeconómicamente estas estadísticas pero es importante darle un sustento estadístico, que respalde dicho análisis y que refleje la coyuntura del sector.

Luego de realizar este análisis podemos definir si se tiene un indicador confiable, que se podría utilizar para contrarrestar y contextualizar otras estadísticas del sector.

1.3. Objetivos

Objetivo General

Encontrar la relación estadística del concreto premezclado destinado a la actividad de la construcción, con las estadísticas de obras civiles, vivienda y edificaciones, realizadas por el DANE a través del Indicador de Inversión en Obras Civiles y el Censo de Edificaciones.

Objetivos Específicos

- Determinar la relación entre las variaciones en la producción del concreto premezclado destinado a obras civiles con las variaciones de los pagos por ejecución del Indicador de Inversión en Obras Civiles, tomando las estadísticas del DANE.
- Determinar la relación entre las variaciones en la producción del concreto premezclado destinado a vivienda con las variaciones en el área residencial construida del Censo de Edificaciones, tomando las estadísticas del DANE.
- Determinar la relación entre las variaciones en la producción del concreto premezclado destinado a edificaciones con las variaciones en el área no residencial del Censo de Edificaciones, tomando las estadísticas del DANE.

2. Marco de Referencia

En los últimos 12 años, la rama del sector de la construcción⁴, ha incrementado su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) del país, hasta alcanzar un promedio en el último quinquenio (2009 – 2013) de 6,4% (DANE, 2015b). Es así como el sector de la construcción tiene una importante participación en la economía. Esto se manifiesta en sus encadenamientos y aportes en el valor agregado del sector y en la generación de empleo.

El DANE como rector de las estadísticas oficiales del país entre otros sectores genera información de la construcción⁵, con investigaciones que cubren la demanda de diferentes usuarios. Como objeto de estudio se tomarán aquellas investigaciones relacionadas estrechamente con el concreto.

El concreto es un material de construcción bastante resistente, que se trabaja en su forma líquida, por lo que puede adoptar casi cualquier forma. Es la unión de cemento, agua, aditivos, grava y arena, lo que da una mezcla llamada concreto. El cemento representa sólo el 15% en la mezcla del concreto, aunque es baja la proporción su presencia en la mezcla es esencial. El uso del concreto como elemento constructivo ha estado presente en multitud de estructuras y edificaciones desde los tiempos remotos hasta nuestros días. (Escuela de Ingeniería Técnica Civil, 2007).

⁴ La rama económica de construcción está conformada por los subsectores de: construcción de obras de ingeniería civil; construcción de edificaciones completas y de partes de edificaciones, y de acondicionamiento de edificaciones.

⁵ Cartera Hipotecaria de Vivienda – CHV, Censo de Edificaciones – CEED, Estadísticas de Cemento Gris- ECG, Licencias de Construcción – ELIC, Financiación de Vivienda – FIVI, Vivienda VIS y NO VIS, Índice de Valoración Predial – IVP, Indicador de Inversión en Obras Civiles - IIOC Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción – IEAC, Índice de Costos de la Construcción de Vivienda – ICCV, Índice de Costos de la Construcción Pesada – ICCP, Índice de Precios de Vivienda Nueva – IPVN, Estadísticas de Concreto Premezclado – EC, Índice de Precios de Edificaciones Nuevas – IPEN, y Índice de Avance Físico de Obras Civiles – AFOC.

Las investigaciones objeto de estudio son:

a. Estadísticas de Concreto Premezclado:

De acuerdo a la Metodología (DANE, 2014), esta información se tiene disponible en metros cúbicos a partir de la información suministrada por las principales concreteras del país, así como su desagregación por destino de uso, departamentos y el área de Bogotá.

El uso o destino del concreto corresponde a la clasificación de las obras a las que se despacha el concreto premezclado: Vivienda, Edificaciones y Obras civiles.

Vivienda: “Lugar estructuralmente separado e independiente, ocupado o destinado a ser ocupado por una familia o grupo de personas familiares o no”. Se incluye tanto las viviendas de interés social (VIS) como las demás o denominadas no VIS.

Edificaciones: “bodegas, edificaciones comerciales, edificaciones industriales, oficinas, hoteles, edificaciones para administración pública, centros sociales y/o recreacionales, entre otros”.

Obras civiles: “conjunto de activos que prestan servicios para la satisfacción de necesidades de una nación, asociadas con la generación y provisión de energía, transporte, comunicación, recreación, etc.”

Otros destinos: se incluye la producción de concreto premezclado para la cual no es posible identificar su destino o uso final.

La variable *departamento de destino* establece el departamento en el que se despacha concreto premezclado. La investigación toma información de 32 departamentos y el área de Bogotá (Bogotá, Soacha, Funza, Chía y Mosquera) que incluye la producción de concreto premezclado.

b. Censo de Edificaciones:

Determina el estado actual de la actividad edificadora para establecer su composición, evolución y producción, contribuyendo a la medición y cálculo de los principales agregados macroeconómicos. Entre otras variables, cubre el área total construida y vendible de las obras de acuerdo a su estado (en proceso, inactivas y culminadas), destino, estrato y capítulo constructivo; se lleva a cabo trimestralmente desde 1996 (DANE, 2011), ampliando su cobertura a través del tiempo hasta la actual, que está conformada por 20 áreas metropolitanas y áreas urbanas⁶

Esta información mide la efectividad de la política de vivienda, se constituye en insumo para calcular el PIB de edificaciones, el Stock de vivienda, y el Índice de Precios de Vivienda Nueva (IPVN), (DANE, 2011).

Se considera censo porque cubre toda la población objetivo, en 1997 se “implementó la técnica Estadística de panel longitudinal, que permite el seguimiento a las mismas unidades de observación a través del tiempo” (DANE, 2011).

El uso de concreto en las diferentes construcciones que abarca el Censo de Edificaciones, permite aprovechar estos datos como una referencia para comparar los resultados de las Estadísticas de Concreto Premezclado.

La variable de interés para relacionarlas con el concreto es el área total construida desagregada para: las áreas de cobertura geográfica, el destino, uso y los capítulos constructivos.

⁶ Bogotá; Soacha, Cajicá, Chía, Cota, Facatativá, Funza, Fusagasugá, La Calera, Madrid, Mosquera, Sopo y Zipaquirá; Cali, Palmira, Jamundí y Yumbo; Barranquilla, Galapa, Puerto Colombia, Malambo y Soledad; Pereira y Dosquebradas; Armenia; Cartagena, Mamonal y Turbaco; Villavicencio; Neiva; Ibagué; Pasto; Popayán; Manizales y Villa María; Medellín, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, Estrella, Caldas, Copacabana, Girardota, Rionegro y Barbosa; Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta; Cúcuta, Los Patios, Villa del Rosario y El Zulia; Santa Marta, Taganga, Valle del Gaira y Bonda; Tunja; Valledupar; Montería.

Destino de acuerdo a:

- Obras comercializables: apartamentos, oficinas, comercio, casas y bodegas
- Obras no comercializables: edificaciones para educación, hoteles, administración pública, hospitales y centros asistenciales, y otros.

Uso:

Habitacional o viviendas: incluyen las casas y apartamentos

No residencial o edificaciones: resto de destinos comercializables y no comercializables.

Capítulos constructivos⁷ que se relacionan con el avance de la obra, clasificado en 6 capítulos:

Excavación y cimentación: posterior al descapote y comprende: extracción y transporte de material del sitio de obra, construcción de la fundación y base de la estructura de la edificación.

Estructura y cubierta: Comprende amarre de acero, fundición de vigas y viguetas, fundición de columnas y de placas en concreto, montaje de tejado.

Mampostería y pañetes: levantamiento de muros, aplicación de pañete y estuco, instalaciones eléctricas, y sanitarias.

Acabados niveles 1: Carpintería, pisos, enchapes, recubrimientos de muros y cielo raso.

Acabados niveles 2: Pintura, instalación de aplique, cerrajería y herrajes, instalación de equipos y alfombras, y vidrios.

Acabados niveles 3: Remates, aseo y limpieza.

c. Indicador de Inversión en Obras Civiles

Tiene por objetivo “Determinar la evolución trimestral de la inversión en obras civiles, a través del comportamiento de los pagos de las entidades a los contratistas” (DANE, 2012, p.10).

⁷ “diferentes procesos que se tienen que llevar a cabo para construir una edificación” (DANE, 2011)

“En el IIOC se estipulan tres tipos de variables que se describen a continuación:” (DANE, 2012, p.11).

Variables de clasificación: tipos de obra (Ver figura 1).

Variables de estudio: obligaciones, pagos o desembolsos de las ejecuciones presupuestales

Variables calculadas: índice total nacional y por grupos de obra, variaciones y contribuciones anuales, año corrido y doce meses.

COD CN	DESCRIPCION CATEGORIA	COD IIOC	CLASE
4001	Carreteras, calles, caminos, puentes, carreteras sobre elevadas, tuneles y construcción de subterranos, vias de circulación de vehiculos y peatones, barreras de seguridad y áreas de estacionamiento pavimentadas, entradas y garajes, pasos superiores.	039	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de puentes.
		043	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de vias urbanas.
		044	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de vias interurbanas.
		033	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de muros de contención.
		050	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de caminos vecinales.
		062	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de tuneles.
		078	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de ciclorutas.
		018	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de andenes y separadores.
4002	Vias ferreas y pistas de aterrizaje, red ferrea para trenes de largo recorrido y cercanías, tranvias urbanos o subterranos, sistemas de transporte metro y helipuertos.	075	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura aeroportuaria.
		120	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de vias ferreas.
		142	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de transporte elevado.
		125	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de transporte masivo.
4003	Vias de agua, puertos, represas y otras obras portuarias (embalses, acueductos, canales y diques)	127	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura en transporte fluvial.
		081	Dragado en rios, zonas costeras y embalses
		037	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de plantas de tratamiento.
		121	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de puertos maritimos.
		074	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de embalses.
		084	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de sistemas de alcantarillado.
		083	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de sistemas de acueducto.
		041	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de sistemas de riego.
		102	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de sistemas de micromedición.
4004	Construcción para la minería (minas e instalaciones, pozos de extracción y torres, tuneles y galerías en actividad minera), centrales de generación electrica, hidroelectricas, termoelectricas, subestaciones electricas	028	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de centrales generadoras electricas.
		126	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de subestaciones y minicentrales electricas.
		143	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de exploración y explotación de gas.
		035	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de exploración y explotación petrolera.
		036	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de exploración y explotación minera.
	Tuberías para el transporte a larga y corta distancia, líneas de comunicaciones y energía, poliductos, gasoductos, cables submarinos de fibra optica, líneas de transmisión de televisión, radio, telegrafo, cables de alta tensión	029	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de oleoductos, gasoductos y poliductos.
		087	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de obras electricas.
		094	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de líneas de alta tensión.
		097	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura de telecomunicaciones.
		072	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura de comunicaciones.
		114	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura de fibra optica.
		140	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura de telefonía movil.
		012	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura de redes electricas.
		104	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura de telefonía fija.
		115	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de redes urbanas de gas.
		124	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de semaforización electronica.
4008	Otras Obras de Ingeniería (instalaciones deportivas al aire libre, campos de futbol, beisbol, atletismo, pistas de patinaje, hockey, hipodromos, piscinas, canchas de tennis, golf, parques, construcciones agropecuarias, entre otras)	107	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de obras ambientales.
		073	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de parques y escenarios deportivos.
		129	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de otras obras civiles.
		141	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de plazas de mercado y ferias.
		144	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura militar.

Figura 1. Clasificación de inversión en obras civiles de acuerdo al tipo de obra

Fuente: DANE, 2012.

3. Metodología

3.1. Unidad de análisis

Se tienen las bases de datos de las tres encuestas del estudio o investigaciones, Estadísticas de Concreto Premezclado (EC), Censo de Edificaciones (CEED) y el Indicador de Inversión en Obras Civiles (IIOC), todas realizadas por el DANE, las cuales tienen reserva estadística. Los años bajo estudio son del 2011 al 2014.

Debido a que cada investigación tiene diferentes unidades de medida, se decide trabajar con las variaciones para los años 2012, 2013 y 2014. La información de Concreto se encuentra en metros cúbicos, la del Censo de Edificaciones en metros cuadrados y la de obras civiles en miles de pesos. Adicionalmente, las 3 investigaciones presentan resultados en diferentes periodos, por lo que las variaciones se hacen trimestralmente para estandarizar los periodos, la información de Concreto esta mensualmente, la del Censo de Edificaciones y la de obras civiles son trimestrales. (Anexos A, B y C)

Las bases de datos de cada investigación se debieron depurar con el fin de volverlas comparables y consistentes. A partir de los resultados de la estadística descriptiva se identificaron datos atípicos que llevaron a revisar la consistencia, ajustando y validando nuevamente los datos.

Se organizó una matriz en Excel con los datos de las tres investigaciones. Para las Estadísticas de Concreto se tenían 10.940 registros y luego de la depuración se trabajó con 2.418 registros; para el Censo de Edificaciones se tenían 201.548 registros y luego de la depuración se trabajó con 44.541 registros; y para el Indicador de Inversión en Obras Civiles se tenían 13.448 registros y luego de la depuración se trabajó con 2.952 registros.

Posteriormente se identificaron las variables a utilizar en el Censo de Edificaciones y el Indicador de Inversión en Obras Civiles, teniendo en cuenta que tuvieran relación estrecha con la producción de concreto.

3.2. Descripción de variables

Las variables que permiten relacionar el concreto en las diferentes investigaciones del DANE, debido al uso de éste en las diferentes construcciones, se describen a continuación. Adicionalmente se tiene como variable complementaria el año, el que se utilizó como factor de bloqueo, ya que no es de interés del trabajo estudiar las variaciones entre años, diferencias que fueron descritas anteriormente.

3.2.1. Estadísticas de Concreto

Producción de concreto de acuerdo al uso por destino en metros cúbicos: para Vivienda, Edificaciones y Obras civiles.

No se tomó la información con destino a otros usos ya que no se puede establecer el uso significativo del concreto, ya que se incluyen destinos no clasificados en las anteriores categorías.

Cobertura geográfica: se relacionaron 16 departamentos⁸ coincidentes con la cobertura geográfica del Censo de Edificaciones, quedando 11 por fuera del análisis⁹.

3.2.2. Censo de Edificaciones

Área total construida: Metros cuadrados de las obras en proceso de acuerdo al capítulo constructivo y uso.

Para poder relacionar el área construida con los destinos de la producción de concreto premezclado, se seleccionaron las siguientes categorías:

⁸ Antioquia, Atlántico, Bogotá, Bolívar, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca.

⁹ Amazonas, Arauca, Boyacá, Casanare, Cesar, Choco, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Putumayo y Sucre.

Destino: se presenta desagregada por destinos tanto habitacional como no residencial, correspondiente a vivienda y edificaciones respectivamente.

Capítulos constructivos: de las 6 categorías, se toman las dos primeras, Excavación y cimentación, y Estructura y cubierta ya que son estas en donde se utiliza principalmente el concreto.

3.2.3. Indicador de Inversión en Obras Civiles

Total pagos: total nacional de pagos trimestrales por inversiones en obras civiles en miles de pesos, de acuerdo al tipo de obra.

La clasificación de acuerdo al tipo de obra que se seleccionó para determinar la relación con la producción de concreto corresponde a aquellas categorías donde se utiliza de manera intensiva el concreto (Figura 2).

COD CN	DESCRIPCIÓN CATEGORÍA	COD IIOC	CLASE
4001	Carreteras, calles, caminos, puentes, carreteras sobreelevadas, túneles y construcción de subterráneos, otras vías de circulación de vehículos y peatones, barreras de seguridad y áreas de estacionamiento pavimentadas, entradas y garajes, pasos superiores.	039	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de puentes.
		033	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de muros de contención y protección de zonas de alto riesgo.
		062	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de túneles.
		018	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de andenes y separadores.
4002	Vías ferreas y pistas de aterrizaje, red ferrea para trenes de largo recorrido y cercanías, tranvías urbanos o subterráneos, sistemas de transporte metro y helipuertos.	125	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación del sistema de transporte masivo.
4003	Vías de agua, puertos, represas y otras obras portuarias (embalses, acueductos, canales y diques)	127	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de infraestructura transporte fluvial.
		121	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de puertos marítimos.
		074	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de embalses.
4008	Otras obras de ingeniería (instalaciones deportivas al aire libre, campos de fútbol, beisbol, atletismo, pistas de patinaje, hockey, hipodromos, piscinas, canchas de tennis, golf, parques, construcciones agropecuarias, entre otras)	073	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de parques y escenarios deportivos.
		141	Construcción, mantenimiento, reparación y adecuación de plazas de mercado y ferias.

Figura 2. Clasificación de inversión en obras civiles de acuerdo al tipo de obra con uso intensivo de concreto premezclado

Fuente: DANE, (2012) y selección de los autores.

3.3. Diseño estadístico

Se cuenta con medidas repetidas comunes a las diferentes investigaciones bajo estudio del DANE, y se tienen variables discretas que responden a un orden de las observaciones, por lo que se aplicó un análisis longitudinal a través del análisis de perfiles.

Con este análisis, se pretende identificar los modelos de cambio en las respuestas promedio a lo largo del tiempo en las diferentes investigaciones, igualmente se quiere establecer las tendencias de estos grupos, igualdad de medias, paralelismo e igualdad de nivel medio (Xavier, T.D. 2008).

El modelo de perfil sería:

$$Y_i = X_i C + E_i;$$

Donde:

Y = variable respuesta según grupo

X = variación trimestral de acuerdo al grupo y al bloque (vivienda, edificaciones u obras civiles)

C = matriz de parámetros desconocidos con tamaño $p \times n$ (Betas)

E = error

i = Grupos o factores, que se refieren a los destinos de uso: vivienda, edificaciones y obras civiles

Bloques por años: 2012, 2013 y 2014

Basados en esta importancia, se realizó el estudio estadístico focalizado en un análisis de perfiles de las variaciones de cada una de las series con las que se relacionan los diferentes destinos de uso del concreto premezclado.

Se tiene una media conocida para cada una de las tres investigaciones (μ_0) sin embargo la media de la población es desconocida (μ). Por otro lado las observaciones (X) se distribuyen normalmente con media y desviación desconocidas; y donde Σ es una matriz simétrica mayor a 0 (Selcuk, K. & Dincer, G., 2014).

$$X \sim N(\mu, \Sigma)$$

Se adopta un análisis de perfiles en dos muestras, en donde se quiere contrastar las medias de las poblaciones del Censo de edificaciones y el Indicador de Inversión de Obras Civiles con las Estadísticas de Concreto, o sea si el perfil medio de las estadísticas de concreto es paralelo, del mismo nivel o plano respecto a los perfiles de las otras investigaciones (Díaz, L. G. & Morales M. A., 2011).

- La hipótesis que se quiere contrastar para el paralelismo, o sea probar que las tendencias en los cambios en la respuesta en el tiempo es la misma en las dos poblaciones, es:

$$H_{01}: \mu_{1i} - \mu_{1,i-1} = \mu_{2i} - \mu_{2,i-1}, \text{ para } i = 2, 3, \dots, p$$

Que se puede escribir como

$$H_{01}: \begin{bmatrix} \mu_{12} - \mu_{11} \\ \mu_{12} - \mu_{11} \\ \dots \\ \mu_{12} - \mu_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{12} - \mu_{11} \\ \mu_{12} - \mu_{11} \\ \dots \\ \mu_{12} - \mu_{11} \end{bmatrix}$$

Y de forma matricial se puede escribir como

$$H_0: C\mu_1 = C\mu_2$$

$$H_1: C\mu_1 \neq C\mu_2$$

Donde C es una matriz

$$C = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

El estadístico T^2 queda como:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\overline{CX}_1 - \overline{CX}_2)' [CS_p C']^{-1} (\overline{CX}_1 - \overline{CX}_2)$$

y se distribuye $T^2_{(p-1, n_1+n_2-2)}$

El rechazo de H_{01} quiere decir que los perfiles se cruzan.

- En la segunda hipótesis se contrasta si están en el mismo nivel las dos poblaciones, expresándose como nivel promedio (Díaz, L. G. & Morales M. A., 2011), o sea que los perfiles de respuesta coinciden en las dos poblaciones.

$$H_{02}: \frac{\mu_{11} + \mu_{12} + \dots + \mu_{1p}}{p} = \frac{\mu_{21} + \mu_{22} + \dots + \mu_{2p}}{p}$$

Que es equivalente a $H_{02}: 1' \mu_1 = 1' \mu_2$

En donde se utiliza el estadístico $t = \frac{1'(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}{\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} 1' S_p 1}}$

Independientemente de rechazar H_{01} , se puede aceptar H_{02} .

- La tercera hipótesis que se quiere contrastar es para saber si los perfiles son planos, dado que sean paralelos (Díaz, L. G. & Morales M. A., 2011), o sea que las medias sean constantes en el tiempo.

$$H_{03}: \frac{1}{2} (\mu_{11} + \mu_{21}) = \frac{1}{2} (\mu_{12} + \mu_{22}) = \dots = \frac{1}{2} (\mu_{1p} + \mu_{2p})$$

También se puede escribir como $H_{03}: C \left(\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \right) = 0$

C es una matriz de orden $(p - 1) \times p$

Donde $C1 = 0$ y para estimar $\left(\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \right)$ se usa la media muestral general ponderada

$$\overline{X} = \frac{n_1 \overline{X}_1 + n_2 \overline{X}_2}{n_1 + n_2}$$

Por lo tanto $\bar{C}X$ se distribuye $N_{p-1}(0, \frac{C\Sigma C'}{(n_1+n_2)})$

Con el estadístico $T^2 = (n_1 + n_2) (C\bar{X})' [CS_p C']^{-1} (C\bar{X})$
y se distribuye $T^2_{(p-1, n_1+n_2-2)}$

3.4. Instrumentos

Para el desarrollo de los correspondientes análisis de datos se construyó una matriz de organización de datos en Excel y se utilizó el programa estadístico R para los demás análisis.

3.5. Procedimiento

Con el fin de identificar la relación existente en los destinos de uso del concreto premezclado con el indicador de inversión en obras civiles IIOC y el Censo de Edificaciones CEED se realizaron diferentes procedimientos en las bases de datos, con el fin de identificar la relación entre las bases. (Departamentos, clasificaciones, periodicidad).

Para esto, se validaron los departamentos que cubre el Censo de Edificaciones (16), ya que este incluye áreas urbanas y metropolitanas, en cuanto a las Estadísticas de Concreto se tomaron los mismos departamentos, ya que esta investigación tiene un mayor cubrimiento. Para la IIOC se tomó el total nacional (Anexo A. Departamentos incluidos).

De igual manera se identificaron los elementos en donde el uso del concreto fuera intensivo, dado por el uso o el destino según las clasificaciones establecidas. En las Estadísticas de Concreto se diferencia el uso según el destino, en donde se escogieron como destino la vivienda, edificaciones y obras civiles, y se dejó por fuera del estudio los “otros” destinos, ya que esta clasificación corresponde a los usos que no es posible identificar, por lo tanto no se podían relacionar con las demás investigaciones.

En cuanto al CEED, hay diferentes variables de clasificación, por estado en la obra, capítulo constructivo y uso de la construcción. El estado en la obra de interés es aquella que se encuentra en proceso de construcción, quedando excluida para este estudio las obras paralizadas y finalizadas. De acuerdo al capítulo constructivo del CEED, se tendrán en cuenta los dos primeros, que son aquellos de inicio de obra en donde el uso del concreto es indispensable, quedando por fuera los otros dos capítulos que hacen referencia a los acabados de las construcciones. Por último, el uso de la construcción se tiene en cuenta en su totalidad, ya que se discrimina por habitacional y no residencial, lo que se asimila en las Estadísticas de Concreto a vivienda y edificaciones respectivamente.

En el IIOC la depuración realizada correspondió al tipo de obra realizada, que está clasificada en grandes grupos de acuerdo al tipo de infraestructura y a su interior se desagrega en otros componentes más específicos lo que permite ser más precisos a la hora de seleccionar las obras civiles.

De acuerdo a la clasificación CPC se tomaron 4 categorías y subcategorías específicas en donde el uso del concreto predomina. La primera categoría (4001) se relacionan con infraestructura vial, la segunda (4002) con infraestructura del transporte masivo, la tercera (4003) con infraestructura de transporte fluvial, puertos y embalses; la última categoría (4008) cubre la infraestructura de escenarios deportivos y agropecuarios. La categoría no seleccionada (4004) hace referencia a construcciones minero-energéticas y las subcategorías de 4001 a vías secundarias y ciclo rutas; de la 4002 a infraestructura aeroportuaria, férrea, y de transporte elevada; de la 4003 a plantas de tratamiento, sistemas de riego, acueducto, alcantarillado y micro medición; y de la 4008 a obras ambientales, otras obras civiles e infraestructura militar.

Posteriormente se hace el análisis descriptivo, con el fin de conocer el comportamiento de la información y determinar si hay consistencia en estas bases de datos.

El estudio estadístico de las bases se enfoca a un análisis longitudinal de perfiles. Se valida la normalidad de los residuos y se procede a probar las hipótesis de paralelismo, coincidencia e igualdad de medidas.

4. Aspectos éticos o confidencialidad de la información

Los datos utilizados de las tres investigaciones del DANE se tomaron guardando la confidencialidad debida¹⁰, en donde solo se publican las variaciones trimestrales.

Los resultados de estas investigaciones son de público acceso en la página web del DANE.

¹⁰ Ley 79 de 1993 art. 5. ...“Los datos suministrados al Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, en el desarrollo de los censos y encuestas, no podrán darse a conocer al público ni a las entidades u organismos oficiales, ni a las autoridades públicas, sino únicamente en resúmenes numéricos, que no hagan posible deducir de ellos información alguna de carácter individual que pudiera utilizarse para fines comerciales, de tributación fiscal, de investigación judicial o cualquier otro diferente del propiamente estadístico”.

5. Resultados

5.1. Análisis Descriptivo

A continuación se hace una breve descripción de los principales resultados de las tres investigaciones bajo estudio, luego de la depuración realizada y de acuerdo a la información que suministran según la clasificación establecida, viviendas, edificaciones y obras civiles.

a. Censo de Edificaciones

Tabla 1. Estadística descriptiva del Censo de Edificaciones CEED

<i>CEED</i>	<i>Vivienda</i>	<i>Edificaciones</i>
Media	4.292,52	4.317,60
Mediana	480,00	740,00
Moda	72,00	200,00
Desviación estándar	16.509,19	12.507,17
Curtosis	250,69	75,29
Coefficiente de asimetría	12,80	7,34
Cuenta	30.944	13.597

Fuente: DANE, CEED 2011-2014.

Con el Censo de Edificaciones se va a trabajar con 30.944 datos para vivienda y 13.597 para edificaciones. En la tabla 1, se observa que en promedio¹¹ el área de las viviendas es de 480 mt² y el de edificaciones de 740mt². Hay gran dispersión de los datos, de acuerdo a las desviaciones estándar observadas. La curtosis alta nos indica que hay una gran concentración de datos alrededor de la media, así mismo, como una gran concentración de datos alejada de esta; y el coeficiente de asimetría, indica

¹¹ Se tiene una alta desviación estándar en ambas medidas. Por lo que se calculó el coeficiente de variación, que establece la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, dando una alta dispersión, de 3.8 para los datos de vivienda y 2.9 para el de edificaciones. Por lo que se toma como referencia la mediana.

que hay un sesgo a la derecha o sea que hay más datos a la derecha de la media.

b. Encuesta de Concreto Premezclado

Para las EC se cuenta con 806 datos para cada una de las tres categorías (vivienda, edificaciones y obras civiles). En la tabla 2, se observa que en promedio¹² la producción de concreto se destina en proporciones similares a las tres categorías. Hay gran dispersión de los datos, de acuerdo a las desviaciones estándar observadas. La curtosis alta nos indica que hay una gran concentración de datos alrededor de la media, así mismo, como una gran concentración de datos alejada de esta, sobre todo para la producción de concreto destinada a las viviendas; y el coeficiente de asimetría, indica que hay un sesgo a la derecha o sea que hay más datos a la derecha de la media.

Tabla 2. Estadística descriptiva de las Estadísticas de Concreto EC

<i>EC</i>	<i>VIVIENDA</i>	<i>OBRAS CIVILES</i>	<i>EDIFICACIONES</i>
Media	14164,76	8338,39	8754,90
Mediana	3187,25	3449,98	3217,03
Desviación estándar	34846,37	12653,07	14377,84
Curtosis	21,64	7,93	11,42
Coeficiente de asimetría	4,46	2,59	3,08
Cuenta	806	806	806

Fuente: DANE, EC 2011-2014.

c. Indicador de Inversión en Obras Civiles

Para el IIOC se cuenta con 2.952 datos, en la tabla 3, se puede concluir que hay gran dispersión de los datos, de acuerdo a la desviación estándar. La curtosis alta indica que hay una gran concentración de datos alrededor de la media, así mismo, como una gran concentración de datos alejada de ésta, por su parte el coeficiente de asimetría, indica que hay un sesgo a la derecha o sea que hay más datos a la derecha de la media.

¹² Se tiene una alta desviación estándar en las tres medidas. Por lo que se calculó el coeficiente de variación, el cual halla la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, dando una alta dispersión, de 14.0 para los datos de vivienda, 4.4 para los datos de obras civiles y 5.8 para los de edificaciones. Por lo tanto se toma como referencia la mediana.

Tabla 3. Estadística descriptiva del Indicador de Inversión en Obras Civiles

IIOC	TOTAL PAGOS
Media	3.001.496,97
Mediana	199.487,00
Desviación estándar	9.383.930,63
Curtosis	91,11
Coefficiente de asimetría	7,92
Cuenta	2.952

Fuente: DANE, IIOC 2011-2014

5.2. Análisis de perfiles

Inicialmente se verifica el supuesto de normalidad multivariada, en donde se aplicó la prueba de Mardia en donde la hipótesis nula es la distribución normal de los residuos (Korkmaz S., Goksuluk D., 2014).

Como se observa en las tablas 4, 5 y 6, en todos los datos no se rechaza la normalidad en los residuos. La prueba arroja el estadístico de asimetría (G1P), y de curtosis (G2P), así como los valores de chi cuadrado y el p-valor para cada uno; tanto la asimetría (skewness) como la curtosis (kurtosis) con un p valor mayor a 0.5, indican normalidad multivariada de los residuos.

Tabla 4. Resultados de la prueba de normalidad multivariada de Mardia para las variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda

```
-----  
g1p           : 20  
chi.skew      : 20  
p.value.skew  : 0.9802309  
  
g2p           : 25  
z.kurtosis    : -1.46385  
p.value.kurt  : 0.1432349  
  
chi.small.skew : 35  
p.value.small  : 0.4682027  
  
Result        : Data are multivariate normal.  
-----
```

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Tabla 5. Resultados de la prueba de normalidad multivariada de Mardia para las variaciones trimestrales 2012-2014 para edificaciones

```
-----  
g1p           : 20  
chi.skew      : 20  
p.value.skew  : 0.9802309  
  
g2p           : 25  
z.kurtosis    : -1.46385  
p.value.kurt  : 0.1432349  
  
chi.small.skew : 35  
p.value.small  : 0.4682027  
  
Result        : Data are multivariate normal.  
-----
```

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Tabla 6. Resultados de la prueba de normalidad multivariada de Mardia para las variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para obras civiles

```
-----  
g1p           : 20  
chi.skew      : 20  
p.value.skew  : 0.9802309  
  
g2p           : 25  
z.kurtosis    : -1.46385  
p.value.kurt  : 0.1432349  
  
chi.small.skew : 35  
p.value.small  : 0.4682027  
  
Result        : Data are multivariate normal.  
-----
```

Fuente: DANE, IIOC 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Utilizando el análisis de perfiles se va a contrastar la información del CEED y el IIOC con la información de Concreto Premezclado en sus diferentes destinos de uso.

5.2.1. Destino vivienda

En la figura 3, se agrupan las variaciones para el destino vivienda de los tres años de análisis, en el primer trimestre se aprecian incrementos por encima del 22.0% para las dos investigaciones (CEED y Estadísticas de Concreto

Premezclado), siendo el trimestre con mayores tasas de crecimiento, para el segundo trimestre se observan aumentos muy cercanos entre el 16.2% y 16.5%, lo que indica un comportamiento muy similar en cuanto a los primeros y segundos trimestres.

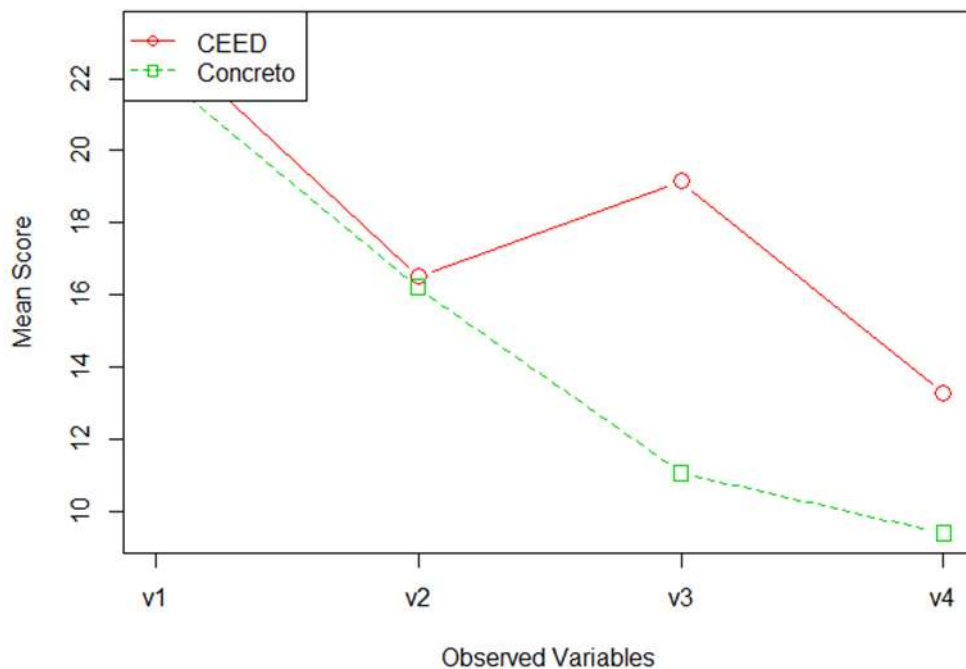


Figura 3. Variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

En contraste, el tercer trimestre presenta un distanciamiento en las tasas de crecimiento de las dos investigaciones, el Censo de Edificaciones muestra un incremento de 19,1% mientras las Estadísticas de Concreto 11,0%. Para los cuartos trimestres de los periodos de análisis nuevamente cambia la tendencia en las tasas de variaciones pero con una diferencia de 3.9 puntos, al presentar el CEED un incremento de 13,3% en el área censada para vivienda frente a un aumento de 9,4% de los despachos de concreto premezclado en metros cúbicos destinado a vivienda.

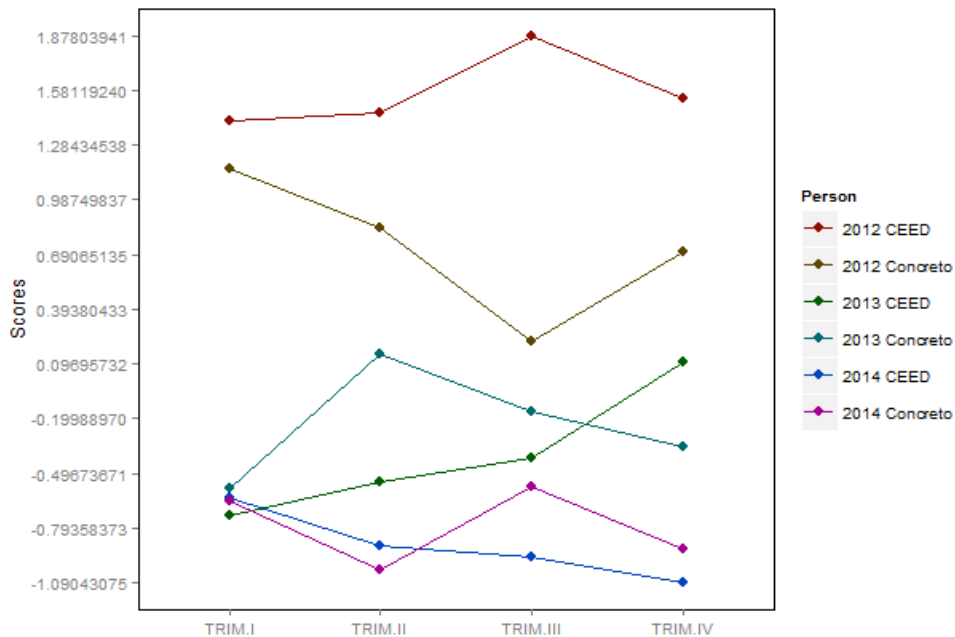


Figura 4. Variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para vivienda según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Cuando se realiza el análisis de las variaciones de forma independiente para cada año (ver figura 4), se observa como el año 2012 es el causante de la diferencia en el tercer trimestre, el CEED presenta tasas de crecimiento mucho mayores que las Estadísticas de Concreto. De igual forma, se observa que las tasas de crecimiento del año 2012 en todos los trimestres son superiores a las de los años 2013 y 2014.

Se formulan las hipótesis para saber si las variaciones son paralelas, coincidentes o del mismo nivel. De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 7), podemos aceptar todas las hipótesis con un nivel de significancia del 5%, confirmando la presencia de interacción entre las variaciones (CEED y EC) en el tiempo transcurrido. Es decir, los patrones de cambios en la respuesta en el tiempo son las mismas en los dos grupos; los perfiles de respuesta

como nivel promedio coinciden en los dos destinos (grupos); y las medias no son significativamente diferentes en el tiempo.

Tabla 7. Prueba de hipótesis para la relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Hypothesis Tests:	f	df1	df2	P- value
Ho: Profiles are parallel	1.44836742	3	2	0.8629375
Ho: Profiles are coincidental	0.04390885	1	4	0.8442630
Ho: Profiles are level	4.82627014	3	3	0.5112549

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Se construyeron matrices para estimar los betas para el modelo $Y = XC + E$, donde la variable respuesta para el destino vivienda, en donde se obtuvo la estimación de betas (Tabla 8), indicando el cambio en las variaciones de cada trimestre y de acuerdo cada investigación (CEED y EC). Por ejemplo, para el CEED, se espera que en el primer trimestre la encuesta arroje una variación promedio del 23.30%; y para el EC una variación promedio del 22.26%.

Tabla 8. Estimación de los betas para la relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Estimación de los Betas		TRIM. I	TRIM. II	TRIM.III	TRIM.IV
CEED	[1,]	23.29686	16.51419	19.14233	13.271011
EC	[2,]	22.25661	16.21193	11.06474	9.403132

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

5.2.2. Destino edificaciones

A continuación se presentan las variaciones agrupadas de los años analizados para el destino edificaciones de las estadísticas de concreto premezclado y para el área no residencial del CEED (figura 5).

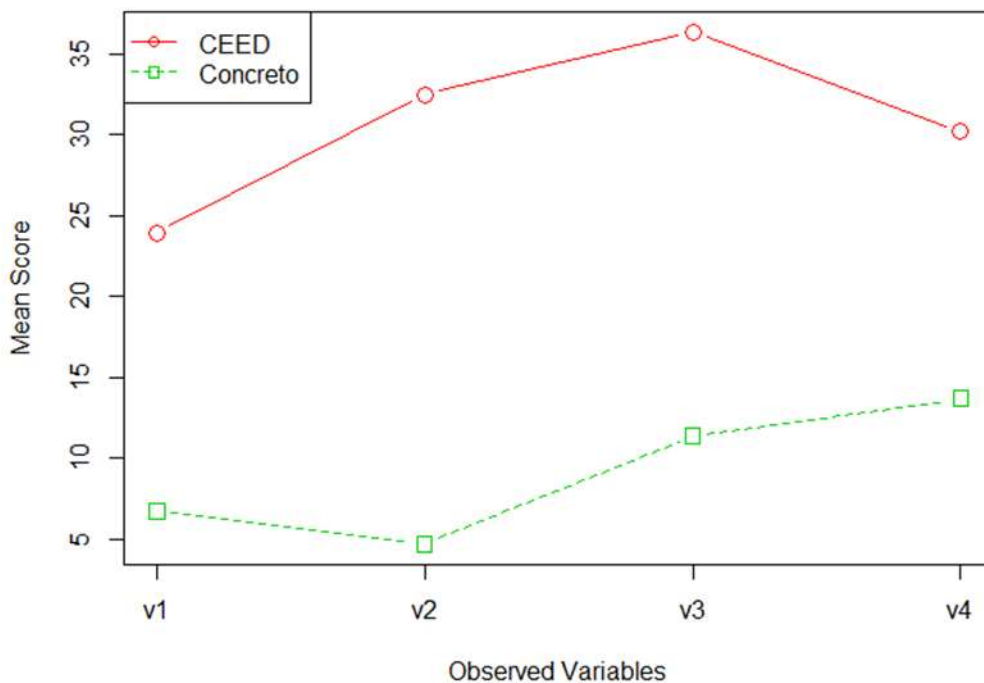


Figura 5. Variaciones trimestrales 2012-2014 para edificaciones según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

A primera vista se puede concluir que los incrementos de la línea roja (CEED) en todos los trimestres son mayores a los de la serie de concreto con tasas que oscilan entre 23,9% y 36,3%. Por su parte, los incrementos promedios en la serie de concreto están entre 4,69% y 13,68%.

Para el año 2012, se destaca la cercanía en las tasas de crecimiento para el primer trimestre en contraste el resto de trimestres del año se ve un claro distanciamiento en los niveles de aumentos (ver figura 6). Para el año 2013 el comportamiento es distante en los primeros trimestres y se acercan las variaciones porcentuales en el tercer y cuarto trimestre del año. En el 2014 se aprecia un mayor incremento en las variaciones del Censo de Edificaciones en el área no residencial para los dos primeros trimestres, por el contrario en el tercer y cuarto trimestre el concreto destinado a edificaciones presenta mayores tasas de crecimiento.

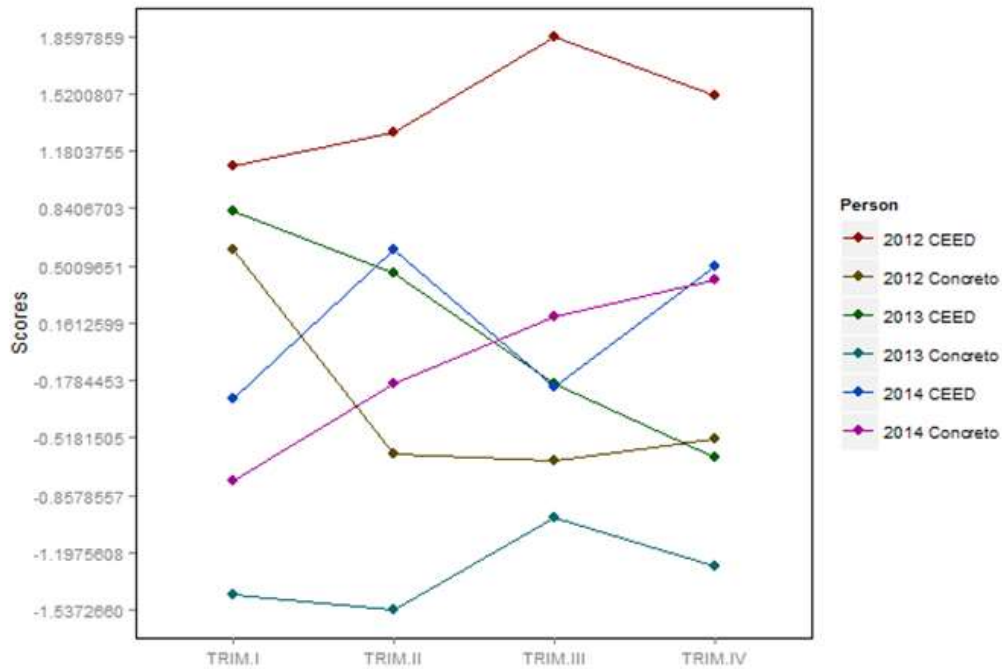


Figura 6. Variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para edificaciones según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Para el destino edificaciones también se formulan las hipótesis para saber si las variaciones son paralelas, coincidentes o del mismo nivel. De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 9), podemos aceptar todas las hipótesis con un nivel de significancia del 5%, confirmando la presencia de interacción entre las variaciones (CEED y EC) en el tiempo transcurrido. Es decir, los patrones de cambios en la respuesta en el tiempo son las mismas en los dos grupos; los perfiles de respuesta como nivel promedio coinciden en los dos destinos (grupos); y las medias no son significativamente diferentes en el tiempo.

Tabla 9. Prueba de hipótesis para la relación entre las variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para edificaciones según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Hypothesis Tests:	f	df1	df2	P- value
Ho: Profiles are parallel	17.006530	3	2	0.2715629
Ho: Profiles are coincidental	3.498773	1	4	0.1347530
Ho: Profiles are level	1.031516	3	3	0.8862952

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

De la misma forma construyeron matrices para estimar los betas para el modelo $Y = XC + E$, donde la variable respuesta para el destino edificaciones, en donde se obtuvo la estimación de betas (Tabla 10), indicando el cambio en las variaciones de cada trimestre y de acuerdo cada investigación (CEED y EC). Por ejemplo, para el CEED, se espera que en el cuarto trimestre la encuesta arroje una variación promedio del 30.18%; y para el EC una variación promedio del 13.68%.

Tabla 10. Estimación de los betas para la relación entre las variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para edificaciones según área construida del CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Estimación de los Betas		TRIM. I	TRIM. II	TRIM.III	TRIM.IV
CEED	[1,]	23.92008	32.490113	36.32430	30.18414
EC	[2,]	6.69638	4.697889	11.35029	13.68568

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

5.2.3. Destino obras civiles

Se observa comportamientos muy similares en las dos series, principalmente en el segundo y tercer trimestre, sin embargo para el primer trimestre se destaca un crecimiento en los pagos del IIOC con una tasa de 14,1%, mientras el aumento en los despachos de Concreto Premezclado es únicamente de 2,6% (ver figura 7). Para el cuarto trimestre se evidencia un comportamiento decreciente en la línea del concreto premezclado al registrar una leve disminución en los despachos -0,6%, mientras los pagos por ejecución en obras de infraestructura crecen a razón de 5,9%.

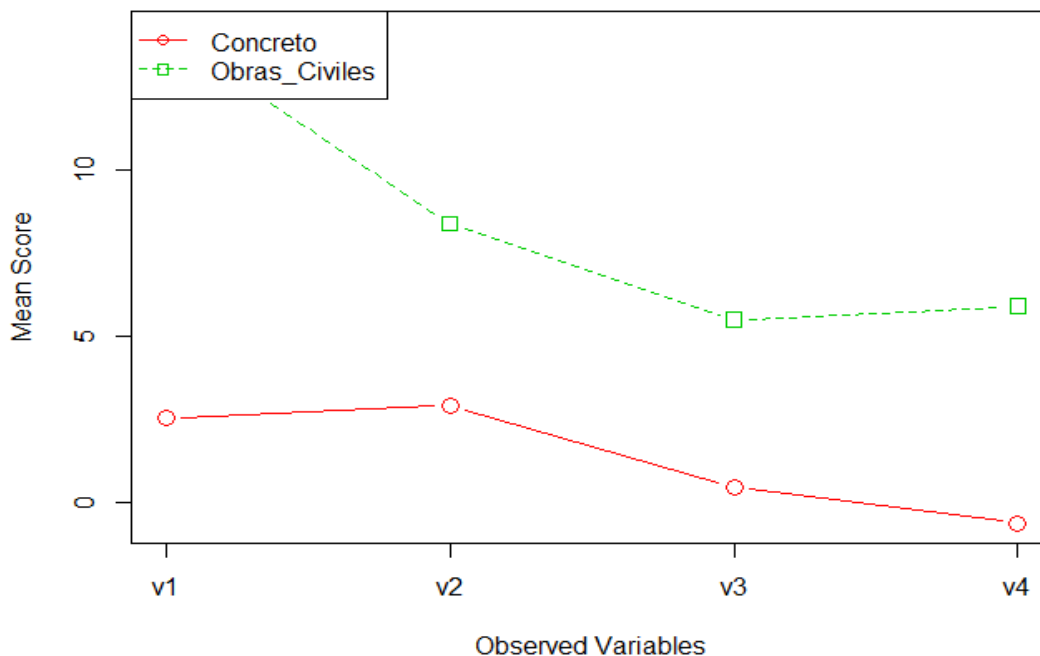


Figura 7. Variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos del Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Fuente: DANE, IIOC 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Al desagrupar las series por años (ver figura 8), se observa para el 2012 variaciones muy cercanas en el primer y tercer trimestre, por el contrario en el Segundo y cuarto trimestre se presenta un distanciamiento significativo en las tasas. En el 2013, los aumentos en los primeros tres trimestres del año presenta tasas muy cercanas, en contraste en el cuarto trimestre el Indicador de Inversión en Obras Civiles registra incrementos muy superiores en relación a las Estadísticas de Concreto Premezclado. El comportamiento del año 2014 es muy desigual, mostrando cambios en los niveles de crecimiento en los tres primeros trimestres y acercándose un poco las tasas en el cuarto trimestre.

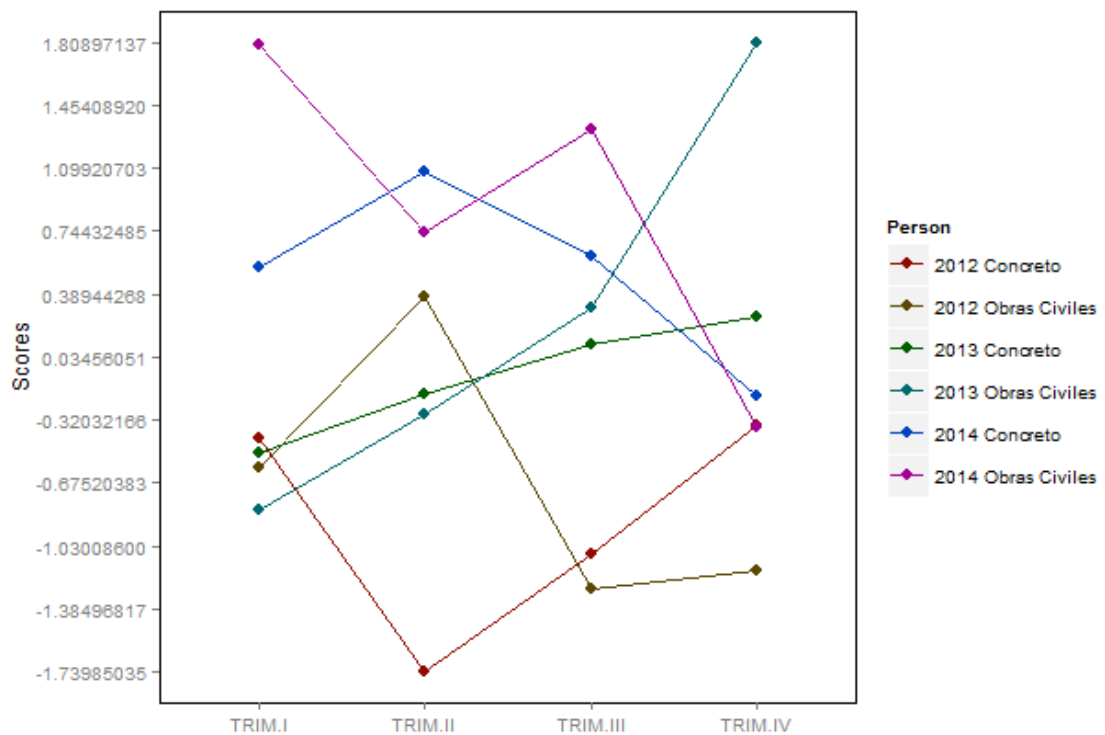


Figura 8. Variaciones trimestrales para los años 2012 a 2014 para obras civiles según pagos del Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto.

Fuente: DANE, IIOC 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Como en los destinos anteriores se formulan las hipótesis para saber si las variaciones son paralelas, coincidentes o del mismo nivel. De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 11), podemos aceptar todas las hipótesis con un nivel de significancia del 5%, confirmando la presencia de interacción entre las variaciones (IIOC y EC) en el tiempo transcurrido. Es decir, los patrones de cambios en la respuesta en el tiempo son las mismas en los dos grupos; los perfiles de respuesta como nivel promedio coinciden en los dos destinos (grupos); y las medias no son significativamente diferentes en el tiempo.

Tabla 11. Prueba de hipótesis para la relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos del Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Hypothesis Tests:	f	df1	df2	P- value
Ho: Profiles are parallel	0.09302885	3	2	0.9965734
Ho: Profiles are coincidental	0.12940422	1	4	0.7372387
Ho: Profiles are level	0.73943489	3	3	0.9246032

Fuente: DANE, IIOC 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

Además, se construyeron matrices para estimar los betas para el modelo $Y = XC + E$, donde la variable respuesta para el destino edificaciones, en donde se obtuvo la estimación de betas (Tabla 12), indicando el cambio en las variaciones de cada trimestre y de acuerdo cada investigación (IIOC y EC). Por ejemplo, para el IIOC, se espera que en el segundo trimestre la encuesta arroje una variación promedio del 8.38%; y para el EC una variación promedio del 2.92%.

Tabla 12. Estimación de los betas para la relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos del Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto

Estimación de los Betas		TRIM. I	TRIM. II	TRIM.III	TRIM.IV
IIOC	[1,]	14.144433	8.379628	5.4899180	5.8982833
EC	[2,]	2.550814	2.922035	0.4614719	-0.6115834

Fuente: DANE, IIOC 2011-2014 y EC 2011-2014, cálculo realizado por los autores

6. Discusión y conclusiones

La importancia del sector de la construcción en los últimos años se debe principalmente a la inversión en infraestructura por parte del gobierno nacional, mediante proyectos con grandes presupuestos. Cuando se habla de vías, se destacan las de doble calzada y la construcción de vías secundarias y terciarias en todo el país, estas últimas financiadas en su mayoría con recursos del sistema general de regalías. En cuanto a obras de generación de energía, los proyectos más importantes tienen que ver con las inversiones en las hidroeléctricas y las obras de interconexión. En materia de agua potable, es significativo resaltar la gran cantidad de proyectos que se construyen en diferentes municipios del país tanto en acueductos como en alcantarillados. Otras obras que se ejecutan son las relacionadas a la construcción de parques y escenarios deportivos, remodelación de aeropuertos, puertos y sistemas de transporte masivo.

En cuanto a la inversión en edificaciones residenciales, es necesario nombrar el programa de las 100 mil viviendas como el programa más importante en lo referente a la vivienda de interés social. Por el lado de las edificaciones no residenciales, son destacables las inversiones relacionadas con centros comerciales, edificios para oficinas, hospitales y centros educativos.

La evolución de todas estas inversiones realizadas por el gobierno nacional y empresas privadas, así como el avance en la actividad edificadora se mide por parte del DANE mediante el indicador de inversión en Obras Civiles (IIOC) y el Censo de Edificaciones (CEED), que son insumo para el cálculo de Producto Interno Bruto de la rama de la construcción.

Al realizar esta investigación, en la que se aplican los conocimientos estadísticos adquiridos en la especialización, se puede observar en forma gráfica las similitudes en cuanto a tendencias y las discrepancias en el nivel de incremento de las series al contrastarlas. Lo anterior, es importante para

poder realizar un análisis macro del comportamiento de los indicadores en cuanto a oportunidad, cobertura, confianza y coherencia, y así, explicar la evolución del sector de la construcción para una posterior toma de decisiones por parte de los usuarios frecuentes del DANE.

Después de realizar el análisis estadístico se puede concluir que las Estadísticas de Concreto Premezclado son una herramienta útil de contraste y complemento de las demás investigaciones que se utilizan en el DANE en lo referente al sector de la construcción.

Al relacionar las variaciones para el destino vivienda de las Estadísticas de Concreto Premezclado con los incrementos en el área residencial del Censo de Edificaciones, se puede observar en la figura un marcado distanciamiento en el tercer trimestre, principalmente en el año 2012. Sin embargo, se puede decir que si existe relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto.

En cuanto al destino edificaciones, el análisis estadístico confirma que existe relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014 para el área no residencial construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de las Estadísticas de Concreto Premezclado.

No obstante, es necesario contemplar los factores que de alguna manera podrían estar generando el distanciamiento, uno de ellos es la forma como se pueden estar construyendo las viviendas y demás edificaciones, pues últimamente en muchas de las construcciones se utiliza el acero como parte fundamental de la estructura reemplazando así el uso de concreto.

En lo referente al destino obras civiles se concluye que si existe relación entre las variaciones trimestrales 2012-2014, entre los pagos por ejecución del Indicador de Inversión en Obras Civiles y la producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto. Sin embargo, el distanciamiento en el ritmo de crecimiento en este destino en algunos trimestres, se puede asociar a las grandes obras de infraestructura en donde su ubicación geográfica no permite que se trabaje con el concreto premezclado, lo anterior se presenta en algunos tramos de proyectos de vías de doble calzada los cuales están conformados por viaductos, túneles, puentes y muros de contención, en donde las compañías concreteras deciden instalar plantas

móviles para mezclar directamente en la obra. Por otra parte, cuando se presenta un cambio relacionado a la línea de tendencia, es indispensable tratar el tema de los pagos anticipados que realiza el gobierno nacional a los diferentes constructores y contratistas que realizan las obras. Lo anterior, genera un incremento en el IIOC, pero no en las estadísticas de concreto premezclado puesto que el proyecto no inicia su construcción.

7. Referencias

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2015a). Acerca del DANE generalidades [en línea]. Recuperado de www.dane.gov.co el 26 de febrero de 2015.

DANE. (2015b). Cuentas Nacionales Trimestrales de Colombia, [en línea]. Cuadro 1. Producto interno bruto trimestral por ramas de actividad económica. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Recuperado de www.dane.gov.co el 26 de febrero de 2015.

DANE. (2014). Metodología Estadísticas de Concreto Premezclado- EC. [En línea]. Dirección de Metodología y Producción Estadística – DIMPE. Recuperado de www.dane.gov.co el 26 de febrero de 2015.

DANE. (2013). Ficha metodológica Indicador de Inversión en Obras Civiles. [En línea]. Dirección de Metodología y Producción Estadística – DIMPE. Recuperado de www.dane.gov.co el 26 de febrero de 2015.

DANE. (2011). Ficha Metodológica Censo de Edificaciones –CEED. [En línea]. Dirección de Metodología y Producción Estadística – DIMPE. Recuperado de www.dane.gov.co el 26 de febrero de 2015.

Díaz, L. G. & Morales M. A. (2011). Estadística multivariada: inferencia y métodos, Departamento de Estadística, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

Selcuk, K. & Dincer, G. (2014). MVN package: Multivariate Normal Test. Hecettepe University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics, Ankara, TURKEY. MVN versión 3.1 (Last revision 2014-03-15) [Diapositivas]. Recuperado en

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.479.9593&rep=rep1&type=pdf> el 20 de octubre de 2015.

Xavier, T. D. (2008). Study on some Stochastic Models in Survival and Clinical Trials (Thesis submitted to the University of Calicut for the award of the Degree of doctor of philosophy under the Faculty of Science), Department of Statistics University of Calicut Kerala. India. Recuperado en http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3284/1/01_title.pdf el 20 de octubre de 2015.

8. Anexos

Anexo 1. Variaciones trimestrales 2012-2014 para vivienda según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto

	AÑO	TRIM I	TRIM II	TRIM III	TRIM IV
CEED	2012	55,50	39,13	59,25	27,51
	2013	6,10	7,92	5,37	12,44
	2014	8,29	2,50	-7,20	-0,14
Concreto	2012	49,50	29,44	20,29	18,75
	2013	9,41	18,77	11,21	7,63
	2014	7,86	0,43	1,69	1,83

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014

Anexo 2. Variaciones trimestrales 2012-2014 para edificaciones según área construida de acuerdo al CEED y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de concreto

	AÑO	TRIM I	TRIM II	TRIM III	TRIM IV
CEED	2012	32,56	41,53	72,08	49,091
	2013	28,38	26,73	18,75	10,64
	2014	10,81	29,22	18,15	30,82
Concreto	2012	24,70	7,74	6,89	12,49
	2013	-7,66	-8,76	-1,93	-0,95
	2014	3,05	15,11	29,09	29,51

Fuente: DANE, CEED 2011-2014 y EC 2011-2014

Anexo 3. Variaciones trimestrales 2012-2014 para obras civiles según pagos de acuerdo al Indicador de Inversión en Obras Civiles y producción en metros cúbicos de acuerdo al Estadísticas de Concreto

	AÑO	TRIM I	TRIM II	TRIM III	TRIM IV
IIOC	2012	-18,61	9,38	-23,41	-39,22
	2013	-29,39	2,80	9,42	67,24
	2014	90,44	12,97	30,46	-10,32
Concreto	2012	-10,83	-11,52	-19,41	-9,78
	2013	-14,50	3,98	5,15	11,85
	2014	32,98	16,32	15,64	-3,91

Fuente: DANE, IIOC 2011-2014 y EC 2011-2014