ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
HACIENDA
Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital

MEMORANDO

UNIDAD ADMIN. CATASTRO DISTRITAL 09-08-2018 03:48:54
Al Contestar Cite Este Nr.:2018IE11774 O 1 Fol:1 Anex:0
ORIGEN: Origen: Sd:142 - OFICINA DE CONTROL INTERNO/NAVAS FLO
DESTINO: Destino: DIRECCION GENERAL/LOPEZ MORALES OLGA LUCI
ASUNTO: Asunto: COMUNICACION INFORME FINAL AUDITORIA DE GE:
OBS: Obs.: PROYECTO / NATALIA RODRIGUEZ

Referencia: Plan Anual de Auditorías de la UAECD vigencia 2018.

Fecha: 9 de Agosto de 2018

PARA: Olga Lucía López Morales
Directora Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital

DE: Johny Gender Navas Flores
Jefe Oficina Control Interno

ASUNTO: Comunicación Informe Final de Auditoría de Gestión a la actualización catastral componente económico del censo 2018.

En cumplimiento del Plan Anual de Auditorias de la UAECD vigencia 2018, la Oficina de Control Interno en el marco de sus actividades orientadas al fortalecimiento del Sistema de Control Interno de la Unidad, realizó la auditoría de Gestión a la actualización catastral componente económico del censo 2018; remito para su conocimiento y fines pertinentes, copia del informe final.

Así mismo se indica que se registrará en el ISODOC los hallazgos de esta auditoría para consulta e implementación de acciones de mejora por parte del responsable del proceso, las cuales serán objeto de seguimiento por esta oficina de acuerdo a lo establecido en el procedimiento acciones de mejora código 14-01- PR-02 v1

Cordialmente;

Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital
DIRECCIÓN
09 AGO 2018
RECIBIDO
HORA: 4:30 PM

JOHNY GENDER NAVAS FLORES
Jefe Oficina Control Interno
Elaboró: Natalia Rodriguez C.
Copia a:
Laura Amaranta Carrillo León – Asesora Dirección
Diego Cala Rodriguez – Subgerente de Información Económica

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
HACIENDA
Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital

INFORME DE EVALUACIÓN Y/O AUDITORÍA DE GESTIÓN DE CONTROL INTERNO

Seleccionar tipo de Informe:

Evaluación [ ] Seguimiento [ ] Auditoría de Gestión [X]

NOMBRE DEL INFORME:

Auditoría de Gestión a la actualización catastral componente económico del censo 2018.

1. OBJETIVO GENERAL

Verificar las actividades realizadas en el subproceso de actualización catastral, componente económico del censo 2018.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar el cumplimiento de las disposiciones vigentes respecto a los procedimientos asociados al componente económico de la actualización de información catastral vigencia 2018.
- Revisar la efectividad y la aplicación de los controles, actividades de monitoreo vinculadas a los riesgos asociados al subproceso actualización de información catastral.

3. ALCANCE

Esta auditoría se realizó a partir de la verificación de las actividades adelantadas para determinar los valores de los avalúos de la actualización catastral para la vigencia 2018, la revisión de la base de datos del Sistema Integrado de Información Catastral – SIIC para las vigencias 2017 y 2018 remitida por la Gerencia de Tecnología y de la verificación de las bases de datos geográficas entregados a esta oficina por la Gerencia de Información Catastral de las Zonas Homogéneas Geoeconómicas – ZHG, puntos muestra, ofertas depuradas, avalúos comerciales, reporte de los predios ciegos, bandera e irregularidades, así como el análisis y reflexiones del modelo econométrico realizado por el pasante de la Universidad de los Andes Sergio Quiroga. (Ver Anexo 1)

Se determinó una muestra de 70 sectores catastrales seleccionados por tener predios que presentaron mayor incremento o decremento en el avalúo catastral y/o en el valor de metro cuadrado de construcción entre las vigencias 2017 y 2018. Los 70 sectores catastrales equivalen al 6% de la base de datos catastral de un universo de 1.160 sectores para la vigencia 2018.

4. MARCO NORMATIVO O CRITERIOS DE AUDITORÍA

- Ley 14 de 1983 del Congreso de Colombia *"Por la cual se fortalecen los fiscos de las entidades territoriales y se dictan otras disposiciones."*

- Resolución 70 de 2011 del IGAC *"Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral."*
- Resolución 1055 de 2012 del IGAC *"Por la cual de modifica parcialmente la Resolución 70 del 4 de febrero de 2011"*
- Resolución 1008 de 2012 del IGAC *"Por la cual se establece la metodología para desarrollar la actualización permanente de la formación catastral"*
- Resolución 620 de 2008 del IGAC *"Por la cual se establecen los procedimientos para los avalúos ordenados dentro del marco de la Ley 388 de 1997"*
- "Caracterización Subproceso Actualización De Información Catastral"
- "Procedimiento Ajuste Zonas Homogéneas Geoeconómicas" – 03-01-PR-10.
- "Procedimiento Validación y Depuración de Ofertas del Mercado Inmobiliario" – 03-01-PR-19.
- "Procedimiento Determinación Muestra paras Avalúos" – 03-01-PR-11.
- "Procedimiento Realización Avalúos Puntos Muestra" – 03-01-PR-13.
- "Procedimiento Generación y Aprobación de Valores de Construcción" – 03-01-PR-24
- "Procedimiento Actualización de Tipologías Constructivas" – 03-01-PR-12.
- "Procedimiento Diseño y Formulación de Modelos Econométricos" – 03-01-PR-14.
- "Procedimiento Avalúo Especial" – 03-01-PR-21.
- "Procedimiento Análisis de Sensibilidad" – 03-01-PR-22.
- "Procedimiento Liquidación de Avalúos" – 03-01-PR-15 y demás normas relacionada.
- Resolución Reglamentaria 012 de 2018. "Por la cual se reglamenta el trámite del Plan de Mejoramiento que presentan los sujetos de vigilancia y control fiscal a la Contraloría de Bogotá, D.C., se adopta el procedimiento interno y se dictan otras disposiciones"
- Modelo integrado de Planeación y Gestión –MIPG

5. METODOLOGÍA

La auditoría se realizó dentro del marco de las normas internacionales de auditoría, la cual incluyó: la planeación, ejecución, generación y comunicación del informe con las conclusiones y recomendaciones, que permitirán contribuir al mejoramiento del Sistema de Control Interno.

Para el desarrollo de la auditoría se tomó un selectivo de información de la base de datos catastral suministrada por la Gerencia de Tecnología, se utilizaron las técnicas de:

1. Verificación de los procedimientos asociados al componente económico del subproceso de actualización de información catastral con el fin de examinar el flujo de trabajo y documentos.

2. Entrevistas e indagación a través de conversaciones directas hechas a los funcionarios que actualmente conforman el grupo de actualización catastral en la Subgerencia de Información Económica –SIE.

3. Análisis de la información, a través de la evaluación objetiva de la base de datos catastral, con el propósito de establecer si cumplen con los criterios normativos y técnicos, en la determinación del avalúo para la vigencia 2018.

Producto del análisis y verificación de la información de los sectores catastrales seleccionados, se generaron los siguientes resultados:

6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El grupo de la Subgerencia de Información Económica que realiza el componente económico del subproceso de actualización de información catastral, se encarga de la liquidación de los avalúos catastrales de los predios existentes en la base de datos catastral del distrito, a través de la validación y depuración de ofertas del mercado inmobiliario, del ajuste de las Zonas Homogéneas Geoeconómicas – ZHG, de la realización de los avalúos de los puntos muestra y avalúos especiales, de la actualización de las tipologías constructivas, la generación y aprobación de los valores de construcción, y realización del análisis de sensibilidad. Adicionalmente, aprueban los modelos econométricos realizados por el grupo estadístico de la Dirección, para los predios en Propiedad Horizontal (PH).

Se evidenció que la Subgerencia de Información Económica –SIE, cuenta con un grupo para el subproceso de actualización de información catastral, conformado por un líder del componente económico, 1 auxiliar, 16 avaluadores, 6 avaluadores de control de calidad, 1 funcionario encargado de realizar los presupuestos, 1 funcionario que realiza los ajustes cartográficos y 1 funcionario estadístico; adicionalmente, en el componente económico del censo inmobiliario de Bogotá, también participa el grupo de estadística de la dirección, realizando los procedimientos de determinación de los puntos muestra para la actualización catastral, y diseño y formulación de modelos econométricos.

El grupo que realiza la liquidación de los avalúos catastrales para la actualización de la información catastral muestran compromiso por mejorar la labor que desempeñan; pues con la gerencia de tecnología se está realizando un aplicativo para la liquidación del avalúo comercial de los predios en el proceso de actualización de información catastral y asegurar que el valor asignado corresponda a la dinámica del mercado inmobiliario y a las características del predio.

Esta oficina analizó la elaboración de la actualización de tipologías constructivas para establecer los valores unitarios de construcción de acuerdo a las características físicas de los inmuebles, a partir del ajuste de las tipologías de la vigencia anterior actualizando uno a uno los valores de los materiales de construcción a partir de "Construdata" y "Tecne-cio" y el análisis estadístico de la dinámica constructiva, evidenciando los buenos resultados de esta labor.

Se verificó las actividades realizadas dentro del equipo de trabajo, a través de la revisión documental y verificación de las bases de datos del Sistema Integrado de Información Catastral –SIIC, de depuración de ofertas, de puntos muestra, entre otras, encontrando inconsistencias en el subproceso de actualización de información catastral pues cumplen parcialmente las disposiciones vigentes que regulan sus operaciones como se muestra a continuación:

6.1 Verificar el cumplimiento de las disposiciones vigentes respecto a los procedimientos asociados al componente económico de la actualización de información catastral vigencia 2018.

6.1.1 Procedimiento validación y depuración de ofertas del mercado inmobiliario 03-01-PR-19. Actividad 3. Validar Ofertas

Situación evidenciada

En este procedimiento se analizan las ofertas del mercado inmobiliario, por el grupo de censo inmobiliario de la Subgerencia de Información Económica SIE para obtener los valores de terreno para predios en NPH y valores integrales para predios en PH acordes con el comportamiento del mercado inmobiliario de la ciudad, con el fin de servir de insumo para la determinación de los valores de las Zonas Homogéneas Geoeconómicas -ZHG.

En la actividad de validar ofertas, el avaluador debe determinar si la oferta es válida para el proceso de actualización, teniendo en cuenta cuatro validadores:

- Error 25AI: la diferencia entre valor de terreno de oferta y valor terreno comercial supera en valor el 25%
- Error 26AI: no existen observaciones, y la diferencia entre valor integral de la oferta y el comercial supera el 25%
- Error28_1AI: la oferta es venta o venta-arriendo y la desviación porcentual del valor final de venta respecto al avalúo catastral es superior al 30%
- Error28_AI: la oferta es arriendo y el valor final es mayor al avalúo catastral

Al revisar la base de datos de ofertas depuradas para los sectores catastrales muestra de la actualización catastral vigencia 2018, se encontró el predio identificado con CHIP AAA0141CUAF ubicado en el sector de Casa Blanca Suba Urbano, como una oferta valida, sin embargo se observó que la información valuatoria de la oferta supera en valor al 25% con lo inscrito en la base catastral.

Hallazgo

(AC) Verificada la base de datos "OFT_DEP_VIG2018_231017", para los sectores catastrales muestra de esta auditoría, se encontraron falencias en la aprobación de ofertas con los validadores establecidos, toda vez que se evidenció para el predio identificado con CHIP **AAA0141CUAF** diferencias entre valor de terreno de oferta y valor terreno comercial que supera en valor el 25% , ya que el valor unitario de terreno en la oferta es de **$1.224.949,74** y el valor m^2 terreno comercial consignado en la base de datos catastral (SIIC) es de **$320.000**; validar ofertas que no cumplen los validadores, puede llevar a obtener valores inconsistentes de terreno en el ajuste de ZHG además de incumplir lo establecido en el *Procedimiento validación y depuración de ofertas del mercado inmobiliario 03-01-PR-19. Actividad 3. Validar Ofertas.*

Recomendación:

Aprobar puntos de oferta, teniendo en cuenta los 4 validadores existentes y documentar si se realizan más validadores de control de calidad en la depuración de las ofertas seleccionadas para la actualización de información catastral.

6.1.2 Procedimiento validación y depuración de ofertas del mercado inmobiliario 03-01-PR-19. Actividad 19 Georreferenciar ofertas y valores en planos Zonas Homogéneas Físicas

Situación evidenciada

Esta actividad se realiza con el fin de registrar en el plano de Zonas Homogéneas Físicas – ZHF el valor de terreno para predios en No Propiedad Horizontal –NPH y valor integral para predios PH e iniciar con el ajuste de ZHG; revisada la capa geográfica correspondiente a ofertas se encuentran 8.259 puntos georreferenciados de ofertas validas de predios PH y NPH de los 11.564 registrados en la base de datos de ofertas depuradas para la vigencia 2018, no se evidenció la georreferenciación del 29% de las ofertas.

Hallazgo

(OM) Revisada la capa geográfica de ofertas depuradas para la actualización de información catastral vigencia 2018, se evidenció que no se incluyó la cobertura total de las ofertas del mercado inmobiliario, se realizó la georreferenciación del 71% de las ofertas de la base de datos "OFT_DEP_VIG2018_231017", esta situación se presenta porque la base de datos se actualiza en diferentes etapas del censo inmobiliario y se incrementa después de realizado el procedimiento de ajuste de ZHG, por solicitud de otros procedimientos (Diseño y Formulación de Modelos Econométricos y Avalúos Especiales) en el componente económico. Se debe tener una base de ofertas para el ajuste, con el fin de conocer los valores con los cuales se realizó este procedimiento, tener solo la base de ofertas final de la actualización impide verificar cuales fueron los valores con los que se ajustó el valor de terreno. Lo anterior, podría incumplir lo establecido en el *Procedimiento validación y depuración de ofertas del mercado inmobiliario 03-01-PR-19. Actividad 19 Georreferenciar ofertas y valores en planos Zonas Homogéneas Físicas: El profesional asignado debe incluir la cobertura de ofertas del mercado inmobiliario depurado, (...) Esta información debe ser enviada al líder del grupo de actualización y profesionales avaluadores para que se inicie la definición de ZHG*

Recomendación:

Realizar una base de datos de ofertas depuradas para ajuste de ZHG y una base de base de ofertas depuradas finales para los procesos de actualización vigente.

Georreferenciar la totalidad de la base de datos de ofertas depuradas para la actualización de información catastral de vigencias futuras; realizar esta actividad puede facilitar al avaluador el ajuste de las Zonas Homogéneas Geoeconómicas.

6.1.3 Procedimiento ajuste Zonas Homogéneas Geoeconómicas 03-01-PR-10 3. Condiciones especiales de operación (...) Asignación de valores de terreno para espacio público.

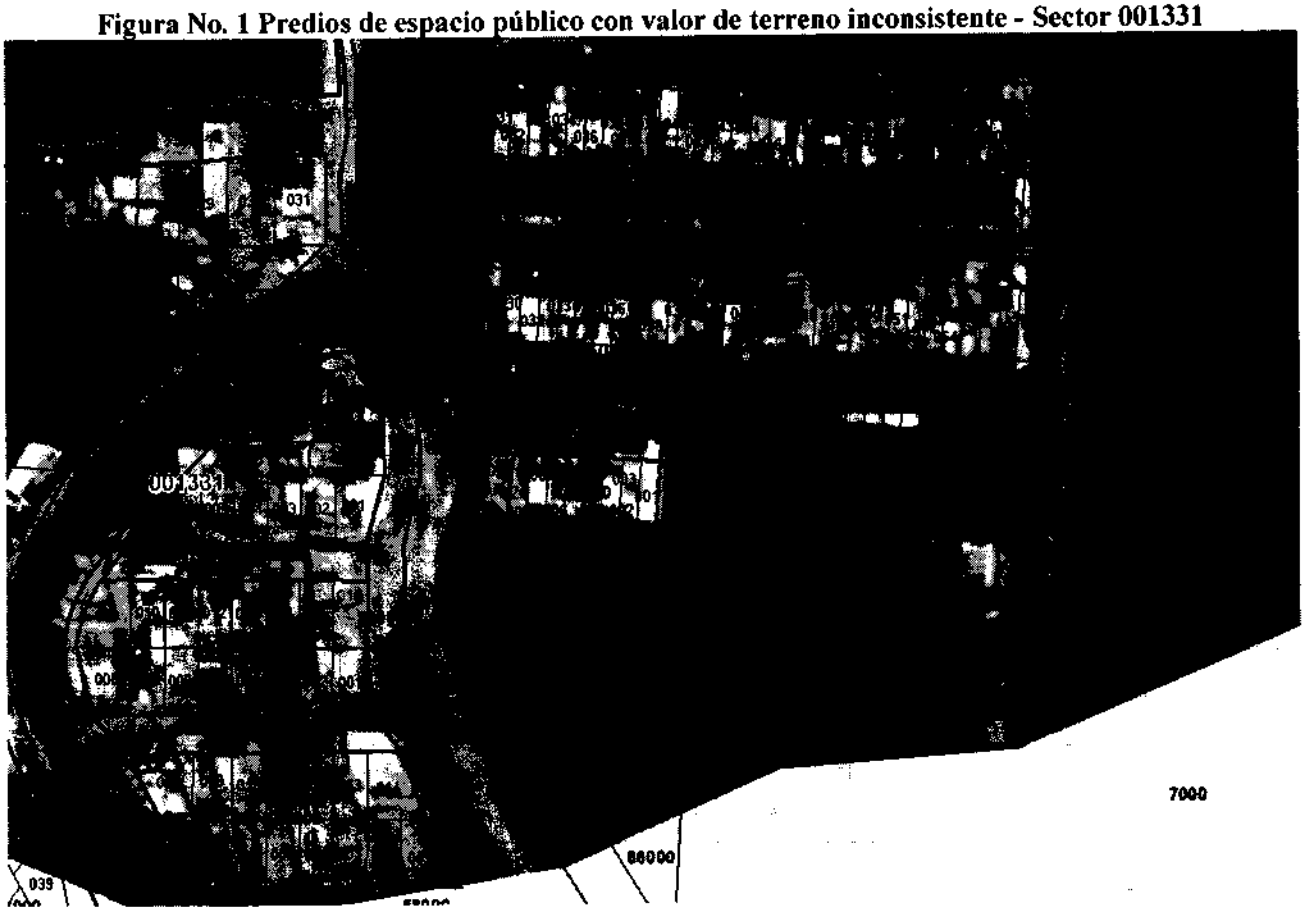
Situación evidenciada

En esta actividad del componente económico del Subproceso de Actualización de Información Catastral, se establecen las ZHG para determinar los valores unitarios de terreno de los sectores catastrales; para la asignación

de valores de terreno para espacio público correspondiente a parques, zonas verdes o vías, el valor se definirá como el 30% de la zona aledaña, predominando la zona residencial.

Revisando las ZHG de la vigencia 2018, para el sector catastral 001331- Altos de Zuque se encontraron valores iguales o mayores para predios con uso de vías. (Ver Figura No.1)

Figura No. 1 Predios de espacio público con valor de terreno inconsistente - Sector 001331



Fuente: elaboración auditora de la OCI.

Como se muestra en Figura No 1, el predio de uso 66-Espacio Público 00133109200500000000 tiene un valor de $360.000 y el predio de uso 65-Vias Público 00133109200400000000 tiene un valor de $360.000, incumpliendo los criterios establecidos para la asignación de valores de terreno para espacio público, toda vez que la zona residencial aledaña tiene asignado el mismo valor de terreno; además, revisando la información del avalúo en el Sistema Integrado de Información Catastral –SIIC para estos dos predios se tienen los siguientes valores de avalúos catastrales para las vigencias anteriores:

Tabla No 2 Valores de terreno Predio No. 00133109200400000000

Vigencia	Valor Avalúo Catastral	Área de Terreno	Valor m^2 Terreno	% Incremento de avalúo catastral entre vigencias
2018	$49,896,000	154	324,000.00	233%
2017	$14,969,000	154	97,200.00	3%
2016	$14,553,000	154	94,500.00	5%
2015	$13,860,000	154	90,000.00	11%

Fuente: SIIC - elaboración auditora de la OCI.

Tabla No3 Valores de terreno Predio No. 00133109200400000000

Vigencia	Valor Avalúo Catastral	Área de Terreno	Valor m^2 Terreno	% Incremento de avalúo entre vigencias
2018	$238.798.000	737.03	324,000.00	233%
2017	$71.639.000	737.03	97,200.00	3%
2016	$69,649,000	737.03	94,500.00	5%
2015	$66,333,000	737.03	90,000.00	11%

Fuente: SIIC - elaboración auditora de la OCI.

Hallazgo:
(AC) Se evidenció falta de control en la asignación de valores de terreno para espacio público, toda vez que se encontraron inconsistencias en la asignación de valores de terreno para los predios de código de sector números 00133109200400000000 y 00133109200500000000, ya que el valor determinado no corresponde al 30% de la zona residencial aledaña sino al 100% , situación que ocasiona imprecisiones e inequidades en cuanto al avalúo catastral de los predios, además de incumplir lo establecido en el *Procedimiento ajuste Zonas Homogéneas Geoeconómicas 03-01-PR-10 3. Condiciones especiales de operación. Asignación de valores de terreno para espacio público.*

6.1.4 Procedimiento determinación muestra para avalúos 03-01-PR-11. Actividad 2 Definir criterios temáticos

Situación evidenciada:
En la definición de criterios temáticos para determinar los puntos muestra para el proceso de actualización de información catastral se estableció el marco muestral de 1'810.851 predios; no se toma todas los predios de la ciudad, ya que para la conformación de este, se excluyen predios por sus características especiales como suelo protegido, lotes irregulares y mejoras (Ver Tabla No. 4); además de los predios excluidos urbanos, no se tienen en cuenta los centros comerciales en PH –grandes y medianos, predios de uso especial y predios con liquidación por tabla de valor para el momento de la determinación de la muestra.

Tabla No 4. Cantidad de predios excluidos para el marco muestral.

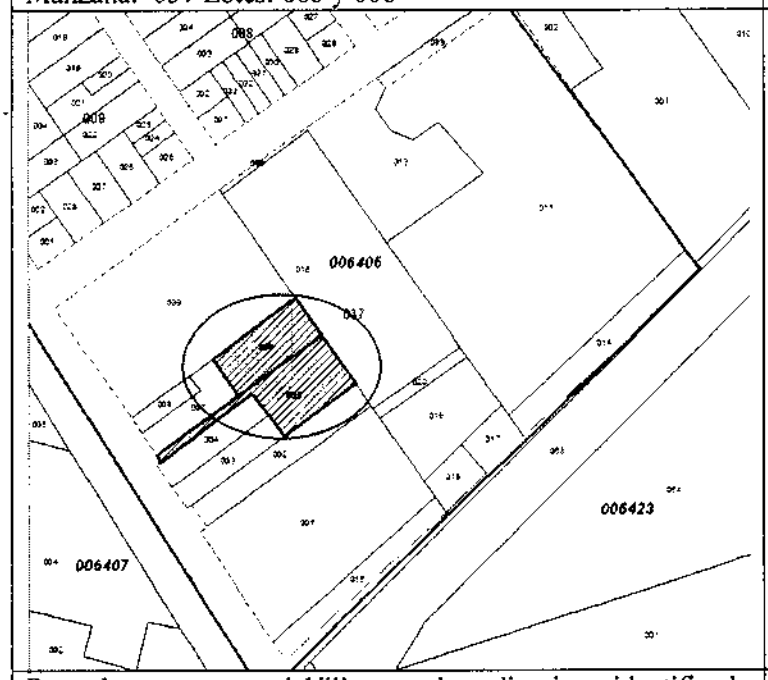
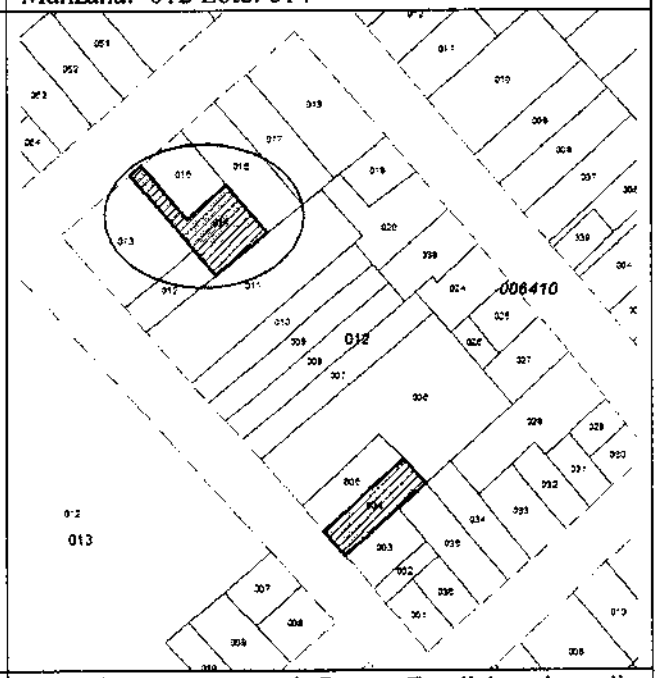
PREDIOS EXCLUIDOS	NÚMERO DE PREDIOS URBANOS
Predios Especiales	585
Suelo Protegido	17.327
Lote o edificio en construcción	91.466

PREDIOS EXCLUIDOS	NÚMERO DE PREDIOS URBANOS
Lotes de mayor extensión (LOTES_30)	10.968
Espacio Público	1.423
Mejoras	1.631
Predios sin ZHF	2.702
Predios con formas irregulares	1.819
Predios atípicos	13.331
Total predios excluidos urbanos	***130.538***

Fuente: Documento informe muestra vigencia 2018 - elaboración auditora de la OCI.

Sin embargo, revisando la base de datos de los puntos muestra para la vigencia 2018, se encontraron predios con formas irregulares (predios bandera, ciegos e irregulares) como se muestra en la tabla No 5

Tabla No. 5 Predios con formas irregulares que son punto muestra

Sector: 006406 Manzana: 037 Lotes: 005 y 006	Sector: 006410 Manzana: 012 Lote: 014
	
Para el sector catastral Villemar, el predio ciego identificado con el CHIP AAA0078WZBRy el predio bandera identificado con el CHIP AAA0078WZAF son puntos muestra para el censo inmobiliario de la vigencia 2018.	Para el sector catastral Centro Fontibón, el predio bandera identificado con el CHIP AAA0079SZMR es un punto muestra para el censo inmobiliario de la vigencia 2018.

Fuente: SIIC - elaboración auditora de la OCI.

Hallazgo:
(AC) Se evidenció inconsistencias al determinar la muestra de actualización de información catastral de la vigencia 2018, toda vez que se encontraron predios excluidos del marco muestral como puntos de investigación representativos identificados con CHIP (AAA0078WZBR, AAA0079SZMR y AAA0078WZAF) debido a la falta de actualización de las bases de datos de los predios con formas irregulares; esta inconsistencia reduce la calidad del marco muestral y por tanto la selección de puntos muestra para el censo inmobiliario, además de incumplir lo establecido *Procedimiento determinación muestra para avalúos 03-01-PR-11.Actividad 2 Definir criterios temáticos.*

Recomendación:
Actualizar las bases de datos de predios excluidos para la selección de puntos muestra, con el fin de mejorar el marco muestral; adicionalmente se podría adicionar una marca a estos predios en el SIIC.

Situación evidenciada:
Revisando los puntos muestra, se evidenció que la información de dichos predios no está actualizada, por lo cual los avalúos de dichos puntos se realizaron con base en la información de SIIC, aunque la foto cargada en FOCA no coincida con el SIIC y/o con la realidad actual del predio. Como se muestra para el siguiente predio:

Localidad: Ciudad Bolívar *Sector:* 002426 – Santo Domingo *Predio:* AAA0171ADBR

La información física registrada en el SIIC para este punto muestra corresponde a la calificación del año 2011 como se muestra en la Figura No. 2, se registra un puntaje de **19** para el segundo piso de la construcción; este puntaje se refiere a una construcción en estructura de mampostería, pisos en cemento y estado de conservación general de la construcción "malo".

Figura No. 2 Calificación del predio AAA0171ADBR y foto cargada en FOCA

[redacted]

17/07/2018 CONSULTA CALIFICACION SIIC CONS_CAL

Predio: 002426291000000000 CL 69A SUR 76B 21 Pisos 1

Clase R Unid B Uso: 001 HABITACIONAL MENOR O IGUAL A 3 PISOS Puntaje 19

Area: 75.60 Responsable SANDRA MILENA PEREZ PARRA

Fecha Calificacion: 27/12/2011 Ano Declaracion 2011 Ano Vetustez 2010

Avance Construccion 3

1. ESTRUCTURA			3. BANO		
Armazon	3	LADRILLO, BLOQUE	Tamano	1	PEQUENO
Muros	4	BLOQUE, LADRILLO	Enchapa	1	PANETE, BALDOSA, COMUN CEMENTO
Cubierta	3	ZINC, TEJA DE BARRO, ETERNIT RU	Mobiliario	0	POBRE
Conservacion	0	MALO	Conservacion	0	MALO
2. ACABADOS PRINCIPALES			**4. COCINA**		
Fachada	2	SENCILLA	Tamano	1	PEQUENA
Cubrimiento Muros	1	PANETE, LADRILLO PRENSADO	Enchapa	1	PANETE, BALDOSA, CEMENTO COMUN
Pisos	2	CEMENTO, MADERA BURDA	Mobiliario	0	POBRE
Conservacion	0	MALO	Conservacion	0	MALO

Complemento Industria
Altura cerchas

Fuente: Imagen FOCA – SIIC elaboración auditora de la OCI.

Sin embargo revisando la informacion del portal de mapas Bogotá para este predio se evidencia que ha tenido modificaciones fisicas que no se evidencian en la calificacion encontrada en la base de datos catastral, que incrementan su calificacion y por tanto su tipologia, razón por la cual aumentaría el valor de m^2 de construcción Ver figura No. 3

Figura No. 3 Foto Mapa Bogotá para el predio AAA0171ADBR

Fuente: Mapas Bogotá - elaboración auditora de la OCI.

El proceso de definir los criterios temáticos requiere de un análisis de la totalidad de los predios de Bogotá, además de la visita obligatoria de por la menos un punto en cada una de las Zonas Homogéneas Físicas de la ciudad, y de esta forma asegurar que el punto muestra sea representativo para la zona.

Hallazgo:

(AC) Se evidenció inconsistencias entre la información registrada en el SIIC y la realidad del predio para los puntos muestra, debido a que no se realiza la visita técnica de dichos predios para el proceso de actualización, no realizar esta actividad conlleva a que los valores adoptados para el m^2 de construcción y/o el m^2 de terreno no sean consistentes con la realidad económica de los predios, además de incumplir con lo establecido en el *Procedimiento determinación muestra para avalúos 03-01-PR-11.Actividad 2 Definir criterios temáticos.*

Recomendaciones:

Actualizar las bases de datos de los predios que deben ser excluidos en el marco muestral para la determinación de puntos muestra.

Así mimo, realizar la visita técnica de los puntos muestra a través del proceso de reconocimiento predial de la actualización catastral de futuras vigencias, también se pueden evaluar como puntos de investigación predios que tengan proceso de visita técnica por parte de la Subgerencia de Información Física y Jurídica ya sea por mutaciones realizadas o procesos anteriores de reconocimiento predial, para realizar los avalúos de estos puntos muestra con información física actualizada y acorde con la realidad del mercado inmobiliario de las Zonas Homogéneas Físicas de la ciudad.

Se sugiere también revisar fuentes secundarias de información (Mapas Bogotá, Imágenes Satelitales recientes), para verificar la información predial

6.1.5 Procedimiento Análisis de Sensibilidad – 03-01-PR-22. Actividad 8. Revisar reporte de validadores

En el procedimiento de análisis de sensibilidad, se verificó que los valores de terreno, de construcción, valores integrales y el avalúo comercial liquidado, correspondan a la dinámica del mercado inmobiliario y a las características del predio, para lo cual la Subgerencia de Información Económica –SIE estableció 25 validadores para la actualización catastral vigencia 2018, entre los cuales se encuentran:

- Predio sin Zona Homogénea Física o sin Zona Homogénea Geoeconómica.
- Predio con destino 65 (vías) cuyo dos últimos dígitos de las ZHF vigencia futura sea diferente de 51 (espacio público vial) .
- Predio con valor de terreno diferente a la ZHG .
- Predio con área de terreno sin valor de m^2 de terreno .
- Predio cuyo primer digito de ZHF sea = 5 y tenga un valor de m2 superior a $100.000.
- Predio cuyo valor de terreno vigencia futura es igual o menor a la actual.
- Predio NPH cuyo valor de construcción aumenta más de 40%.
- Predio cuyo avalúo vigencia futura disminuye un 10% con respecto al avalúo.
- Predio con Avalúo Especial para la vigencia futura.
- Predio con valor m2 de terreno mayor a $10.000.000.

Revisada la base de datos del Sistema Integrado de Información Catastral –SIIC remitida por la Gerencia de Tecnología se encontraron inconsistencias en los siguientes validadores:

1. **Predio con destino 65 (vías) cuyo dos últimos dígitos de las ZHF vigencia futura sea diferente de 51 (espacio público vial)**

   Se encontraron predios correspondientes a vías a los cuales se les asignó como actividad económica del inmueble "*residencial con tipo 2, 3 y 6*" es decir que en la Zona Homogénea Física sus últimos dígitos son 12, 13 y 16. (Ver Tabla No. 6)

Tabla No. 6 Predios con destino 65 cuyos dos últimos dígitos de las ZHF son diferentes de 51

CHIP	DIRECCION_REAL	DESTINO ECONOMICO	AREA TERRENO 2018	VALOR_M2 TERRENO 2018	ZONA HOMOGENEA FISICA -ZHF
AAA0208DATD	KR 86A 88 02 SUR	65-VIAS	94,8	$ 350.000,00	3660009941212
AAA0158PYEP	CL 92 12 02 E	65-VIAS	529,3	$ 19.810,00	1611261704312
AAA0158PYNX	KR 10E 91 02	65-VIAS	481,4	$ 76.572,30	1801162344212
AAA0158PZEA	KR 9E 94 01	65-VIAS	240	$ 71.400,00	1801162344212
AAA0158PZFT	CL 93 9 02 E	65-VIAS	147	$ 71.400,00	1801162344212
AAA0158PZNN	CL 90 12A 02 E	65-VIAS	257,1	$ 19.810,00	1611261704312
AAA0216SPHY	VIA V5 KRA 95	65-VIAS	3023,7	$ 82.600,00	1620426731116
AAA0216SPKL	VIA V4 CL 213	65-VIAS	2319,02	$ 82.600,00	1620426731116
AAA0216SPNN	VIA V5 KR 95	65-VIAS	2477,34	$ 82.600,00	1620426731116
AAA0216SPOE	VIA V4 CL 215	65-VIAS	1284,63	$ 82.600,00	1620426731116
AAA0072ARHY	KR 119 63A 19	65-VIAS	44	$ 1.260.000,00	6040215141113
AAA0072AMTD	KR 119 63A 16	65-VIAS	33	$ 1.260.000,00	6040215141113

Fuente: Base de Datos SIIC –elaboración auditora de la OCI.

2. **Predio cuyo primer digito de ZHF sea = 5 y tenga un valor de m2 superior a $100.000**

Localidad: Ciudad Bolívar
Sector Catastral: 002426 - Santo Domingo

Según la información contenida en la Base de Datos Geográfica Corporativo- BDGC de la Secretaria Distrital de Planeación, el sector de Santo Domingo para las manzanas 003, 035, 012, 042, 046, 051, 052, 071 entre otras, están clasificados como suelo protegido, dado que se encuentra en zona de riesgo por remoción en masa alta, no mitigable. Para dichos predios, se evidenciaron inconsistencias en la asignación del valor de terreno en suelo protegido, pues aumenta en un 1.244%, es decir pasa de $8.100 a $108.900 con respecto al valor estimado entre la vigencia 2018 frente a la vigencia 2017 para todos los predios de este sector. Ver Figura No. 4

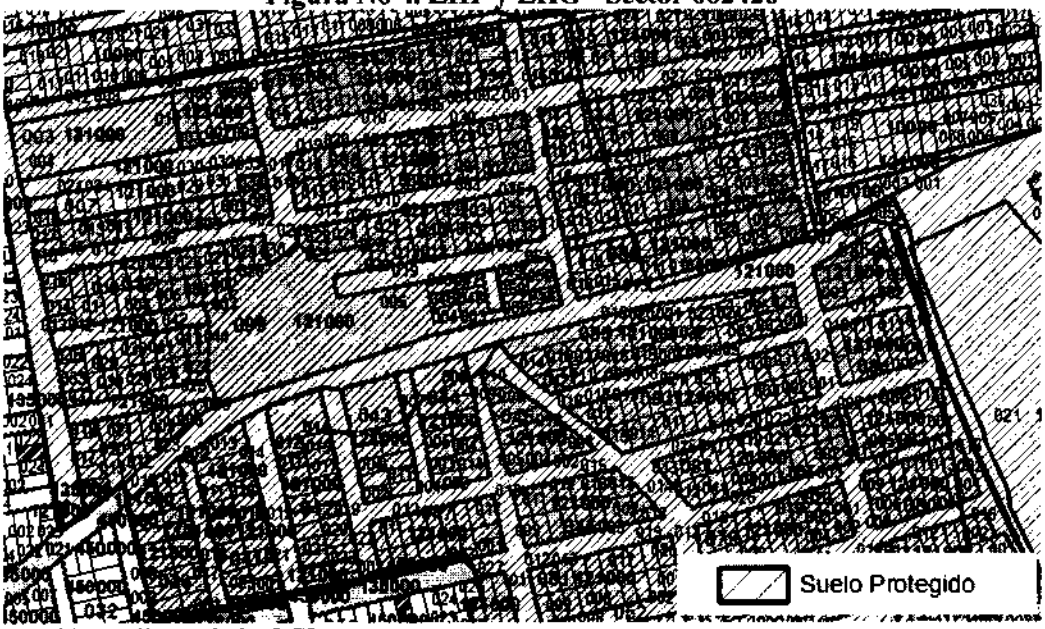
Figura No. 4 Información de Avalúos SIIC para los predios de suelo protegido del sector 002426

		TERRENO		CONSTRUCCION	
VIGENCIA	VALOR AVALUO	AREA	VALOR M2	AREA	VALOR M2
2018	$7.841,000	72.00	108.900.00	.00	.00
2017	$583,000	72.00	8,100.00	.00	.00
2016	$583,000	72.00	8,100.00	.00	.00
2015	$583,000	72.00	8,100 00	.00	.00
2014	$583,000	72.00	8,100 00	.00	.00

Fuente: SIIC – elaboración auditora de la OCI.

En la figura No. 4 se muestra la delimitación de polígonos de Zona Homogénea Física y Geoeconómica en donde para el sector 002426 el valor de m^2 de terreno asignado es de $121.000 y en la Figura No 5. se muestra que las manzanas con este valor corresponden a lotes no urbanizados, igual a los del sector colindante para el cual su valor unitario de terreno es de $10.000.

Figura No 4. ZHF y ZHG - Sector 002426



Fuente: elaboración auditora de la OCI.

Figura No 5. Imagen Satelital de Sector 002426 con valor unitario de terreno $121.000

Fuente: elaboración auditora de la OCI.

Predio con valor de terreno diferente a la ZHG
Localidad: Suba - *Sector Catastral:* 009136 - Casa Blanca Suba Urbano

Revisada la capa geográfica de Zonas Homogéneas Geoeconómicas de la vigencia 2018 para el sector de Casa Blanca Suba Urbano, se encontraron inconsistencias en la asignación de valores de terreno para los predios AAA0141DEUH y AAA0144FKAF, toda vez que el valor m^2 de terreno en la ZHG es de $33.000 y revisados los predios en el SIIC reportan un valor unitario de terreno de $250.750 el cual no corresponde a la realidad económica delos predios. pues aumenta en un 883%, es decir pasa de $25.500 a $250.750 con respecto al valor estimado entre la vigencia 2018 frente a la vigencia 2017. (Ver tabla No.8).

Tabla No 8. Predios con valores de terreno diferente a los asignados en la ZHG.

PREDIO AAA0144FKAF

Localización geográfica:
El predio esta encuentra en el sector 009136 manzana 05 lote 17, sobre el perímetro de suelo urbano.

Información Avalúos SIIC:

	TERRENO			CONSTRUCCION	
VIGENCIA	VALOR AVALUO	AREA	VALOR M2	AREA	VALOR M2
2018	$1.224.909.000	4.758.14	250.750.00	46.00	691.425.00
2017	$134.408.000	4.758.14	25.500.00	46.00	284.250.00
2016	$352.138.000	4.758.14	71.400.00	46.00	269.718.02
2015	$381.336.000	4.758.14	77.570.40	46.00	266.205.12
2014	$327.548.000	4.758.14	66.400.00	46.00	252.337.46

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
HACIENDA
Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital

INFORME DE EVALUACIÓN Y/O AUDITORÍA DE GESTIÓN DE CONTROI INTERNO

PREDIO AAA0141DEUH

Localización geográfica:
El predio esta encuentra en el sector 009136 manzana 05 lote 03, la mitad del inmueble está sobre el perímetro de suelo urbano.

Información Avalúos SIIC:

	TERRENO			CONSTRUCCION	
VIGENCIA	VALOR AVALUO	AREA	VALOR M2	AREA	VALOR M2
2018	$51,697,531,000	192,002.25	250,750.00	4,593.80	773,426.46
2017	$7,324,916,000	139,566.10	32,586.45	4,593.80	604,500.00
2016	$11,258,900,000	139,566.10	68,000.00	3,089.16	572,455.08
2015	$10,564,104,000	139,566.10	64,192.00	3,089.16	519,583.64
2014	$9,048,832,000	139,566.10	55,324.01	3,089.16	429,720.54

Fuente: Mapas Bogotá – SIIC, elaboración auditora de la OCI.

Hallazgo:

(AC) Verificado el destino económico de los predios de CHIP AAA0208DATD, AAA0158PYEP, AAA0158PYNX, AAA0158PZEA, AAA0158PZFT, AAA0158PZNN, AAA0216SPHY, AAA0216SPKL, AAA0216SPNN, AAA0216SPOE, AAA0072ARHY y AAA0072AMTD se encontraron inconsistencias en la aplicación de los validadores de "P*redio con destino 65 (vías) cuyo dos últimos dígitos de las ZHF vigencia futura*

sea diferente de 51", "*Predio cuyo primer digito de ZHF sea = 5 y tenga un valor de m^2 superior a 100.000*" y "*Predio con valor de terreno diferente a la ZHG establecidos para la actualización de información catastral vigencia 2018*", toda vez que los valores de terreno asignados para los sectores 002426 y 009136 para esta vigencia, no corresponden a las características de los predios en suelo protegido, denotado deficiencias en la revisión de estos validadores, situación que conlleva a calcular de manera errónea el valor del avalúo catastral, además de incumplir con lo establecido en el *Procedimiento Análisis de Sensibilidad – 03-01-PR-22. Actividad 8. Revisar reporte de validadores.*

Recomendación:

Implementar adecuados mecanismos de que permitan validar la correcta revisión de avalúos catastrales a los predios inscritos en la base de datos del Sistema Integrado de Información Catastral – SIIC, acorde a lo establecido en el *Procedimiento Análisis de Sensibilidad – 03-01-PR-22. Actividad 8. Revisar reporte de validadores.* Además de establecer adecuados puntos de control.

6.1.6 Resolución Nª 070 De 2011 "Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral" ARTÍCULO 8.- Avalúo catastral. - El avalúo catastral consiste en la determinación del valor de los predios, obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. El avalúo catastral de cada predio se determinará por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos.

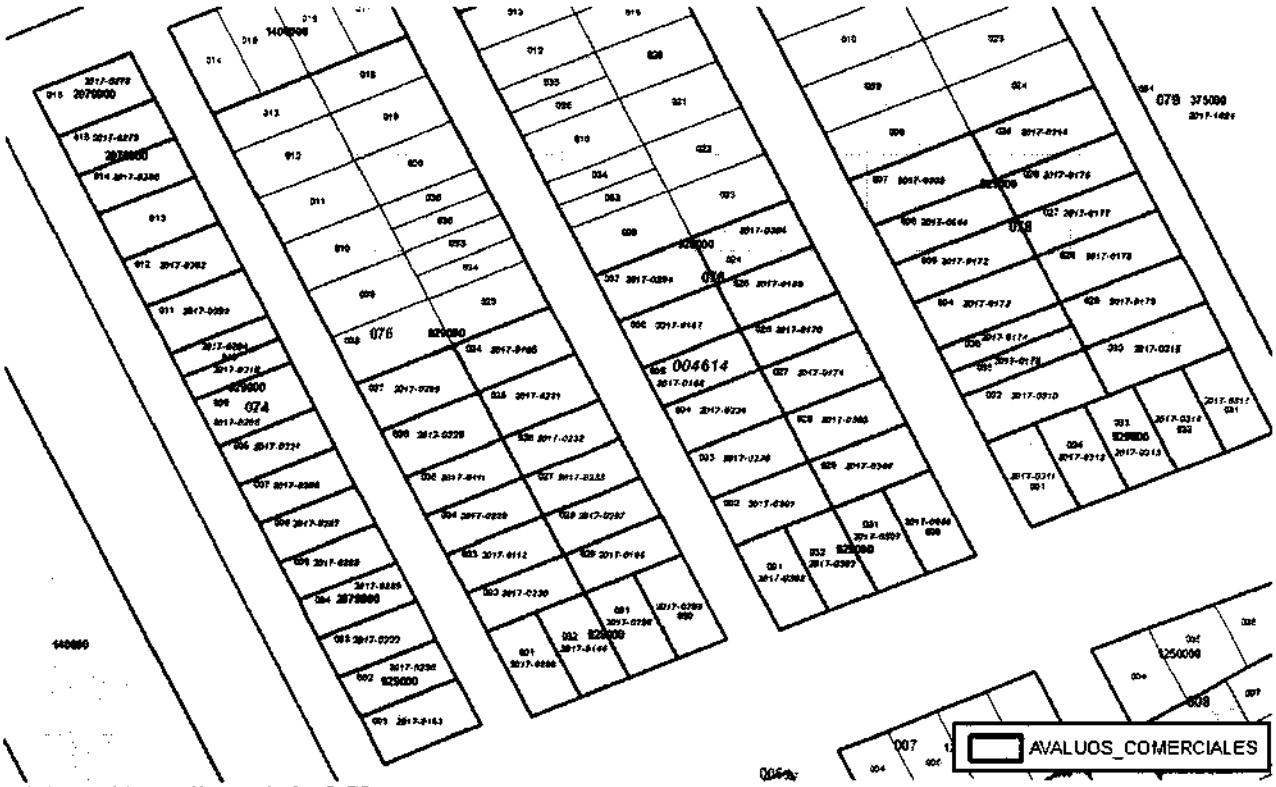
Situación evidenciada

Consultada la base de datos del Sistema integrado de información catastral –SIIC, se encontraron los siguientes predios con inconsistencias en el valor adoptado en el avalúo catastral:

1. Localidad: Kennedy
   Sector Catastral: 004614 – Dindalito

En este sector catastral, para las manzanas 074, 075, 076 y 078 se realizaron avalúos comerciales puntuales para los predios señalados en la siguiente figura. (Ver figura No. 6)

Figura No. 6 predios del Sector 004614 donde se realizaron avalúos comerciales puntuales



Fuente: elaboración auditora de la OCI.

Sin embargo, para la manzana 074 predios 009, 017, 011 y 012 el valor de metro cuadrado de terreno diferente al establecido por el avalúo comercial puntual realizado a los inmuebles mencionados. (Ver tabla No 9)

Tabla No 9. Valores de Terreno para sector – 004614

PREDIO	CODIGO SECTOR	VALOR M² TERRENO COMERCIAL SIIC	VALOR M² TERRENO AVALUO COMERCIAL
AAA0137YHSK	4614740900000000	929.000,00	2.079.000,00
AAA0249BFLF	4614741700000000	929.000,00	1.509.000,00
AAA0137YHUZ	4614741100000000	929.000,00	2.079.000,00
AAA0137YHWF	4614741200000000	929.000,00	2.079.000,00

Fuente: Informe avalúo comercial –SIIC elaboración auditora de la OCI.

Con respecto al valor de construcción para el predio con CHIP AAA0137YHWF, el metro cuadrado corresponde al estimado en el avalúo comercial para la unidad con mayor área; sin embargo, al revisar la calificación

establecida en el Sistema Integrado de Información Catastral –SIIC no corresponde a la descrita en el informe del avalúo. Como se muestra en la Tabla No 10:

Tabla No 10. Calificación constructiva para el predio AAA0137YHWF

Calificación SIIC	Calificación Informe avalúo comercial
Estructura -Armazón: ladrillo, bloque	Estructura -Armazón: Vigas de hierro y concreto
Estructura -Conservación: Regular	Estructura -Conservación: Buena
Baño – Tamaño: Pequeño	Baño – Tamaño: Mediano

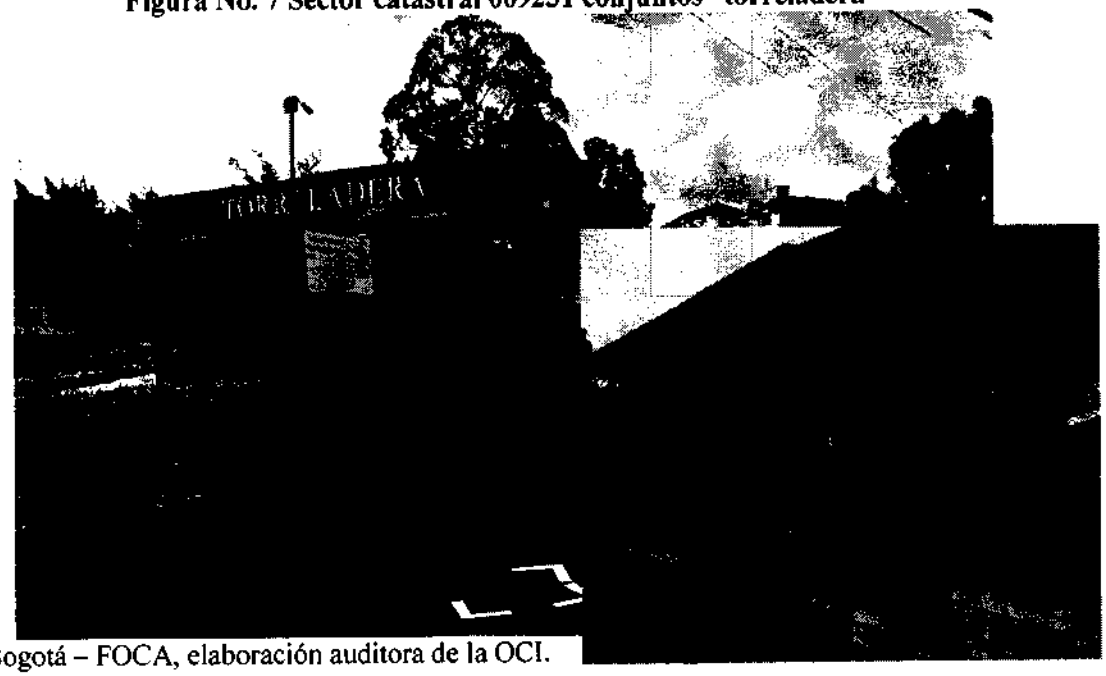
Fuente: Informe avalúo comercial –SIIC elaboración auditora de la OCI.

Se evidenció deficiencias en la actualización de la calificación de los predios, la información consignada en la base de datos del SIIC, afectó de forma directa la asignación de valores de metro cuadrado de construcción, por lo cual se deberá realizar una actualización de la información física de los predios.

2. Localidad: Suba
   Sector Catastral: 009231 – Suba Cerros

   En este sector catastral se evaluó el precio del avalúo catastral para los apartamentos del conjunto "torreladera" (Ver figura No. 7)

Figura No. 7 Sector catastral 009231 conjuntos "torreladera"



Fuente: Mapas Bogotá – FOCA, elaboración auditora de la OCI.

Para el predio identificado con CHIP **AAA0142HEMS**, se liquida el avalúo catastral para la vigencia 2018 por un valor de $760.725.000, como se muestra en la figura No 8.

Figura No. 8 Información de Avalúos SIIC - predio AAA0142HEMS

UAECD CONSULTA AVALUOS

DIRECCION REAL KR 80 146 07 IN 14 BO 1 AP 302

NUMERO PREDIAL NAL 110010192113100040002901030002

CODIGO SECTOR 009231 04 02 001 03002 VIGENCIA FORMACION 1996

ACTUALIZACIONES 2001 2005 2010 2011 2012 2013 2014

		TERRENO		CONSTRUCCION	
VIGENCIA	VALOR AVALUO	AREA	VALOR M2	AREA	VALOR M2
2018	$760,725,000	287.27	23,800.00	217.10	3,472,539.10
2017	$738,084,000	287.27	1,626,900.00	217.10	1,247,001.75
2016	$705,660,000	287.27	1,534,250.00	217.10	1,220,250.00
2015	$693,937,000	287.27	1,118,600.00	217.10	1,716,243.29
2014	$649,663,000	328.90	1,020,000.00	217.10	1,447,189.60
2013	$504,489,000	328.90	228,072.00	217.10	1,978,243.10
2012	$429,316,000	328.90	595,000.00	217.10	1,076,098.54
2011	$404,496,000	328.90	245,650.00	217.10	1,491,024.50
2010	$334,523,000	328.90	225,000.00	217.10	1,200,000.00
2009	$380,019,000	328.90	458,876.58	217.10	1,055,250.02
2008	$333,643,000	328.90	402,876.72	217.10	926,470.61
2007	$313,280,000	328.90	378,288.00	217.10	869,925.46
2006	$282,234,000	328.90	340,800.00	217.10	783,716.63
2005	$265,008,000	328.90	320,000.00	217.10	735,880.00
2004	$250,348,000	328.90	429,119.32	231.50	471,753.40

Fuente: SIIC - elaboración auditora de la OCI.

Aunque el valor integral del inmueble corresponde a las características del predio y a la dinámica inmobiliaria, los valores unitarios adoptados para la construcción y terreno presentan inconsistencias.
Para ese sector se cuenta con información de ofertas en el FOCA en la que se establece el valor comercial unitario de terreno a $2.000.000 (Ver Figura No. 9)

Figura No. 9 Valor ofertas en el sector catastral 009231

DATOS DEL PREDIO ASOCIADO A LA OFERTA			
Código Sector :	009234 32 18 005 02001	Dirección Real :	KR 75 152B 77 TO 6 AP 201
CHIP :	AAA0224LSKC	Zona Homogénea Física :	6511120152116
ESTIMACION DE AVALUO			
Valor Final :		1,342,000,000.00	
Valor Descuento :		53,000,000.00	
Valor Integral :		5,048,171,07	
Total Terreno :		396,480,000,00	
Valor Unitario Terreno :		2,000,000,00	
Observaciones :	SE DESCUENTA VALOR DE GARAJE(S)		

Fuente: Mapas Bogotá – FOCA, elaboración auditora de la OCI.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
HACIENDA
Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital

INFORME DE EVALUACIÓN Y/O AUDITORÍA DE GESTIÓN DE CONTROL INTERNO

Adicionalmente se tiene información del valor de metro cuadrado de construcción de este predio para la vigencia 2017 registrado en el SIIC (Ver Figura No. 10)

Figura No. 10 Información de Avalúos Especiales SIIC - predio AAA0142HEMS

09/08/2018 AVALCON.FMB

UARCD AVALUOS ESPECIALES SIIC

USO	UNI	PUNTAJE	AREA CONSTRU.	VALOR M2 CONSTRUC.	FECHA ACTUALIZA	RESOLUCION AÑO	RESOLUCION NRO.	RESOLUCION FECHA	VIGENCIA RESOLUCION	CODIGO DIRECCION
038	B	79	217.1	1200000		2009	1500	28/12/2009	2010	
038	B	79	217.1	1220950	30/12/2015	2015	2976	28/12/2015	2016	
038	B	79	217.1	1247001.75	09/12/2016	2016	2381	15/12/2016	2017	

Ver Avaluo Regresar

Fuente: SIIC - elaboración auditora de la OCI.

Establecer los valores integrales ocasiona error en la estimación en los valores de metro cuadrado de construcción y de terreno, que desestiman los valores individuales en la determinación del valor del avalúo catastral, se requiere un análisis por separado del valor del terreno y de la construcción, tal y como lo señala la Resolución 070 de 2011 en su Art. 8, para la determinación del valor del predio.

Hallazgo:

(AC) Se evidenció inconsistencias en la liquidación del Avalúo catastral, ya que los valores adoptados para el m^2 de construcción o el m^2 de terreno no corresponden con la realidad económica de los predios identificados con chip AAA0137YHSK, AAA0249BFLF, AAA0137YHUZ, AAA0137YHWF y AAA0142HEMS, situación que se presenta debido a no verificar los avalúos puntuales realizados para la vigencia y no revisar los avalúos especiales realizados en la vigencia anterior, lo que conlleva a no tener valores precisos y confiables de los predios actualizados, lo anterior incumple lo establecido en la *Resolución Nº 070 De 2011 "Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral" Artículo 8.- Avalúo catastral.- El avalúo catastral consiste en la determinación del valor de los predios, obtenido*

mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. El avalúo catastral de cada predio se determinará por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos.

Recomendación:

Evaluar la asignación de valores de construcción y terreno, para los predios que se liquiden por medio de modelos econométricos.

Establecer validadores para esta vigencia que evidencien los cambios abruptos presentados en los valores unitarios de terreno y construcción

Revisar los avalúos especiales de vigencias pasadas y verificar los avalúos puntuales de la vigencia, con el fin de validar los valores de los avalúos catastrales.

6.2 Revisar la efectividad y la aplicación de los controles, actividades de monitoreo vinculadas a los riesgos asociados al subproceso actualización de información catastral.

6.2.1 Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG). Actividades de Control.

Situación evidenciada:

Revisado el "*procedimiento de determinación muestra para avalúos*", se evidenció no tiene en sus actividades, un punto de control establecido, es necesario establecer una actividad de control de calidad de la muestra. Estas actividades de control determinadas en el procedimiento citado de este subproceso, contribuye a mitigar los riesgos identificados en las actividades y sirven como mecanismo para gestionar la consecución de los objetivos según lo establecido en el Modelo Integrado de Planeación y Gestión –MIPG.

Hallazgo:

(OM) Se evidenció la falta de puntos de control en el procedimiento de *determinación muestra para avalúos*, al no tener un control de calidad sobre los puntos muestra se pueden establecer puntos de investigación no representativos para las Zonas Homogéneas Físicas, situación que podría conllevar a que la muestra estadística seleccionada no responda a las necesidades del proceso de actualización y cumplimiento del *Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG). Numeral 3. Actividades de Control.*

Recomendación:

Establecer actividades de control para el *"Procedimiento Determinación Muestra paras Avalúos" – 03-01-PR-11.*

6.2.2 Riesgos asociados al subproceso de actualización de información catastral

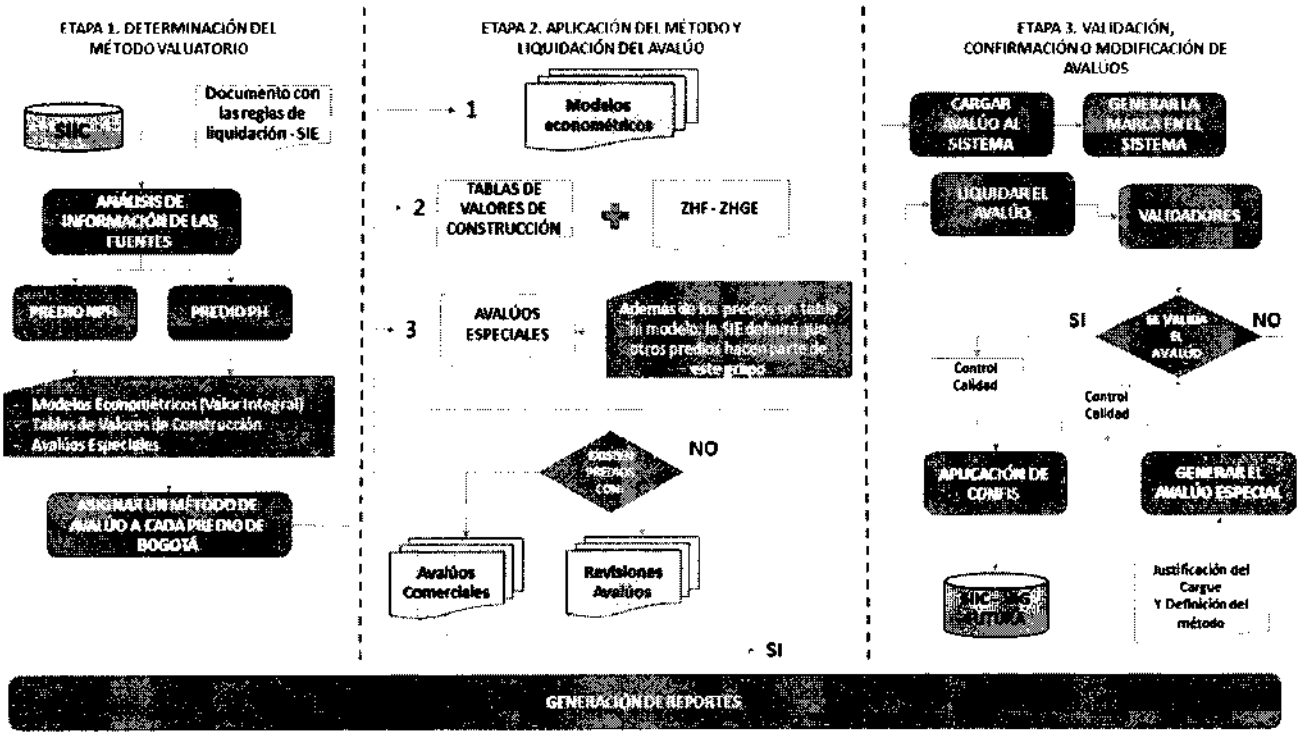
Examinada la matriz de riesgos del Proceso de Captura de Información, se evidenció un riesgo al subproceso asociado al componente económico, ubicado en la zona de riesgo residual moderado, cuenta con plan de manejo de riesgos y según monitoreo de riesgos a 30-06-2018 se observó que se materializó el riesgo, toda vez que se evidenció la necesidad de realizar cambios de Zonas Homogéneas Físicas y Geoeconómicas y valores de predios actualizados para la vigencia 2018.

Riesgo:
Posible inconsistencia en la liquidación del avalúo catastral.
Control:
Realizar control de calidad a la tabla de valores de construcción.

Observado por la OCI:
Se tienen puntos de control en los procedimientos asociados a la liquidación del avalúo catastral; sin embargo, se encontraron inconsistencias por cuanto los valores adoptados para el m^2 de construcción o el m^2 de terreno no son consistentes con la realidad económica de los predios identificados con CHIP AAA0137YHSK, AAA0249BFLF, AAA0137YHU y AAA0137YHWF, AAA0142HEMS ni con la realidad del mercado inmobiliario.

Para mitigar la materialización de este riesgo, esta oficina evidenció el desarrollo de la herramienta de "Liquidador de avalúos" con el apoyo de la Gerencia de Tecnología, para el Censo Inmobiliario de Bogotá - vigencia 2019.
De acuerdo con el plan de manejo de riesgos para la vigencia 2018, se tiene programado implementar un desarrollo tecnológico para lograr gestión eficiente de la información catastral en cada uno de los procedimientos que hacen parte del censo inmobiliario de Bogotá, así como una integración entre las diferentes plataformas tecnológicas (SIIC-FOCA-MÓDULO CARTOGRÁFICO) que dan soporte al Subproceso de Actualización de la Información Catastral. En la figura No. 9 se muestra el modelo de la solución tecnológica propuesta:

Figura No. 9 Modelo de la solución propuesta



Fuente: Gerencia de Tecnología – Documento análisis de requerimientos.

Esta solución tecnológica permitirá identificar y asignar el método valuatorio para la totalidad de los predios urbanos y rurales de Bogotá por vigencia, estimar los valores unitarios de terreno y construcción según el método valuatorio aplicado, liquidar el avalúo comercial a nivel predial y validar los avalúos comerciales calculados en el proceso masivo o que sean producto de valoración puntual por otros procedimientos diferentes al del censo inmobiliario. Este aplicativo se encuentra en etapa de desarrollo, ya se realizaron las etapas de especificaciones técnicas y de análisis de requerimientos.

Adicionalmente, se observó en las auditorías de desempeño realizadas por la Contraloría de Bogotá D.C. a la consistencia de la información de la actualización y conservación catastral para las vigencias 2016, 2017 y 2018, hallazgos por inconsistencias en el valor asignado al avalúo catastral, las deficiencias encontradas por este ente de control se deben a no establecer adecuados mecanismos de control que permitan validar la correcta asignación de avalúos catastrales a los predios inscritos en la base de datos de la entidad; así como la implementación de un validador que detecte disminuciones abruptas en el valor de metro cuadrado de construcción, identificando acciones de mejora en el modelo econométrico aplicado.

Las acciones formuladas a eliminar la causa raíz de estos hallazgos, se refieren a la implementación de este aplicativo, por lo cual se verificará su efectividad en el próximo seguimiento del plan de mejoramiento suscrito con la Contraloría de Bogotá realizado por la Oficina de Control Interno.

En caso de no implementar este aplicativo como acción de mejora (fecha de finalización: 31-12-2018), para los hallazgos identificados por el ente de control, se debe tener en cuenta que para modificaciones de las acciones o fechas de finalización, se debe acoger a la Resolución reglamentaria 012 de 28 de febrero de 2018 "*Por la cual se reglamenta el trámite del Plan de Mejoramiento que presentan los sujetos de vigilancia y control fiscal a la Contraloría de Bogotá, D.C., se adopta el procedimiento interno y se dictan otras disposiciones*", *la cual establece en su Artículo 9: ARTÍCULO NOVENO. MODIFICACIÓN. El responsable señalado en el artículo 3° de la presente Resolución Reglamentaria, sujeto de vigilancia y control fiscal de la Contraloría de Bogotá D.C., podrá solicitar por escrito, la modificación de la acción por una sola vez, al Director Sectorial de Fiscalización o al Director de Estudios de Economía y Política Pública según corresponda debidamente justificada. La modificación se permite para los campos de: acción, área responsable, fecha de terminación, el indicador o de la meta propuesta. No se podrá adicionar ni eliminar acciones de las inicialmente formuladas.*

El Director Sectorial de Fiscalización o el Director de Estudios de Economía y Política Pública, según corresponda, deberán dar respuesta al Sujeto de Vigilancia y Control Fiscal, dentro de los tres (3) días hábiles siguientes a la fecha de radicación de la solicitud.

PARÁGRAFO PRIMERO. No se podrán modificar aquellas acciones a las cuales les falte treinta (30) días hábiles para su terminación, teniendo como referencia únicamente la fecha programada de terminación.

PARÁGRAFO SEGUNDO. La nueva fecha de terminación de la (s) acción (es) a modificar, no podrá superar seis (6) meses adicionales a los doce (12) meses, contados a partir de la fecha de formulación del respectivo plan de mejoramiento, sin superar los 18 meses en total.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con el resultado de la evaluación, se concluye que las actividades realizadas para la actualización de información catastral componente económico del censo 2018 son susceptibles de mejora, a partir de la implementación de acciones para los hallazgos relacionadas con la determinación de valores de terreno para las Zonas Homogéneas Geoeconómicas –ZHG y la asignación de valores de metro cuadrado de construcción del avaluó catastral de los predios y las recomendaciones incluidas en el presente informe.

La Subgerencia de Información Económica y el Grupo de estadística de la dirección realizan anualmente los procedimientos relacionados a la liquidación de avalúos catastrales para el subproceso de actualización de la información catastral con el propósito de asegurar que los valores unitarios de terreno y construcción correspondan con la dinámica inmobiliaria de la ciudad y a la realidad del inmueble.

Los resultados de este informe, se refieren sólo a las evidencias obtenidas de acuerdo con los criterios definidos, documentos aportados, verificados y a la información verificada en los sistemas e información y no se hacen extensibles a otros soportes.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
HACIENDA
Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital

INFORME DE EVALUACIÓN Y/O AUDITORÍA DE GESTIÓN DE CONTROI INTERNO

Para los hallazgos evidenciados dentro de esta auditoría, se procederá a realizar el registro de las acciones correctivas y oportunidades de mejora en el ISODOC para que procedan a realizar el análisis de causas e implementación de acciones acorde con lo indicado en el Procedimiento Acciones de Mejora código 14-01-P-02-V1.

JOHNY GENDER NAVAS FLORES
Jefe Oficina de Control Interno

ELABORÓ Y VERIFICÓ.

NATALIA RODRÍGUEZ CORTÉS
Contratista Oficina Control Interno
Revisó: Johny Gender Navas Flores

ANEXO No.1

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. HACIENDA Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital	**INFORME DE EVALUACIÓN Y/O AUDITORÍA DE GESTIÓN DE CONTROL INTERNO**

Seleccionar tipo de Informe:

Evaluación [X] Seguimiento [ ] Auditoría de Gestión [ ]

NOMBRE DEL INFORME:

Análisis, evaluación y revisión de los modelos econométricos usados para el avalúo de los predios en propiedad horizontal en Bogotá, D.C. de la vigencia 2018.

OBJETIVO GENERAL

Analizar, comparar y revisar los modelos econométricos empleados por la UAECD a partir de criterios estadísticos y econométricos con el fin de proponer mejoras a la metodología.

ALCANCE

Los modelos econométricos empleados en el proceso de avalúos comerciales para la vigencia 2018.

- Modelo 1 - Predios de uso residencial en PH en estratos 1, 2 y 3.
- Modelo 2 - Predios de uso residencial en PH en estratos 4, 5 y 6.
- Modelo 3 - Predios de uso en oficinas en PH.
- Modelo 4 - Predios de uso comercial en PH.
- Modelo 5 - Predios de uso en bodegas e industria en PH.
- Modelo 6 - Predios de uso residencial en PH bifamiliares en todos los estratos.

METODOLOGÍA

La evaluación de los modelos se lleva a cabo a través de pruebas y herramientas de análisis empleando el software estadístico Stata. A continuación, se listan las pruebas y herramientas utilizadas:

- ✓ Análisis de los tamaños muestrales
- ✓ Análisis de dispersión de la variable de interés
- ✓ Estadísticas descriptivas y análisis de distribución de la variable de interés
- ✓ Análisis de distribución y análisis por percentiles de los modelos propuestos
- ✓ Análisis de residuales de los modelos propuestos y de nuevos estratos muestrales

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

1. Diseño muestral

La metodología de estimación de los valores integrales es utilizada para los predios en propiedad horizontal (PH). Actualmente existen diferentes modelos econométricos para diferentes tipologías. En la siguiente tabla se muestran los seis modelos utilizados y el número de predios que estima cada modelo.

Tabla 1.1.

Modelo	Cantidad
Uso residencial en PH en estratos 1, 2 y 3	578,214 predios
Uso residencial en PH en estratos 4, 5 y 6	393,167 predios
Uso en oficinas en PH	50,784 predios
Uso comercial en PH	23,846 predios
Uso en bodegas e industria en PH	1404 predios
Uso residencial en PH bifamiliares en todos los estratos	40,018 predios

Fuente: Elaboración propia con datos de la UAECD

Los modelos estiman el valor integral por metro cuadrado de construcción de 1.087.433 predios en Bogotá a partir de la información obtenida de una muestra representativa. De acuerdo con el informe *Metodología para la Selección de los Puntos Muestra Vigencia 2018* de la división de estadística de la UAECD, se calculan los tamaños muestrales óptimos para cada tipología de tal manera que sean representativos de la totalidad de predios de la ciudad -conjunto denominado muestra probabilística-. Sin embargo, además de dichos tamaños, por reglamentación (Resolución 70 de 2011) se debe incurrir en la inclusión de al menos un predio por cada zona homogénea física (ZHF), aumentando el tamaño muestral con estas inclusiones forzosas. En la siguiente tabla se presentan los números respectivos para la muestra probabilística y para las inclusiones forzosas, así como su suma:

Tabla 1.2.

Modelo	Muestra probabilística	Inclusión forzosa	Tamaño de muestra
Uso residencial en PH en estratos 1, 2 y 3	818	416	1234
Uso residencial en PH en estratos 4, 5 y 6	648	337	985
Uso en oficinas en PH	1881	136	2017
Uso comercial en PH	1300	66	1366
Uso en bodegas e industria en PH	484	25	509
Uso residencial en PH bifamiliares en todos los estratos	1086	52	1138

Fuente: Elaboración propia con datos de la UAECD

Sin embargo, para la vigencia 2018 los seis modelos econométricos se estimaron con tamaños muestrales diferentes a los establecidos por las muestras probabilísticas y las inclusiones forzosas. A continuación, se presenta el tamaño de la muestra empleada para cada tipología, así como el número de predios excluidos para las estimaciones y su respectiva suma (los primeros valores no incluyen los predios excluidos).

Tabla 1.3.

Modelo	Muestra en la estimación	Muestra excluida	Tamaño de muestra
Uso residencial en PH en estratos 1, 2 y 3	2555	115	2670
Uso residencial en PH en estratos 4, 5 y 6	1644	72	1716
Uso en oficinas en PH	1878	64	1942
Uso comercial en PH	1328	38	1366
Uso en bodegas e industria en PH	498	3	501
Uso residencial en PH bifamiliares en todos los estratos	1155	33	1188

Fuente: Elaboración propia con datos de la UAECD

Se evidenció que para 5 de los 6 modelos los tamaños muestrales sugeridos y los tamaños muestrales empleados no son iguales. En particular, las diferencias entre ambos tamaños muestrales son particularmente superiores para los dos primeros modelos. Se hace mención a estas diferencias debido a que el cálculo del tamaño de la muestra probabilística obedece a criterios estadísticos predeterminados para que, de acuerdo con la información disponible en las bases de datos de la UAECD, se encuentre un tamaño muestral óptimo (que sea suficiente para garantizar que sea una muestra representativa, pero que no sea más de la necesaria según su varianza, pues se podría incurrir en mayores costos). Además, la inclusión o exclusión de información en la muestra debería ser evitada, o al menos efectuada cuidadosamente de tal forma que no se altere la distribución de la variable de interés, pues se propende por contar con información que replique la realidad inmobiliaria con la mayor precisión posible. Así mismo, se debe garantizar la calidad de la muestra en tanto que idealmente las estimaciones obtenidas deberían ser insesgadas.

Se observó que los tamaños de las estratificaciones, de las muestras y de las exclusiones no son consistentes a lo largo del informe *Metodología para la Selección de los Puntos Muestra Vigencia 2018*, ni consistentes con los tamaños de las bases de datos provistas para la evaluación.

Situaciones evidenciadas

El proceso para la selección de los puntos muestrales que se emplean en la estimación de los modelos cuenta con diferentes etapas. Primero, dado un universo (todos los predios de Bogotá) y un marco muestral (los predios que se avalúan con los modelos econométricos), se encuentra el tamaño óptimo de la muestra para la estimación de cada modelo. Posteriormente, a estos tamaños muestrales se incluyen, obedeciendo a la reglamentación, más predios para garantizar la presencia de al menos un predio por zona homogénea física (ZHF). Finalmente, sin explicación evidente en el informe Metodología para la Selección de los Puntos Muestra Vigencia 2018, se incluyen más predios en las estimaciones. Así, las muestras resultan en tamaños superiores que no obedecen a los tamaños estimados con los criterios estadísticos. Por otra parte, en algunos casos los datos sobre los tamaños muestrales no son consistentes entre el informe Metodología para la Selección de los Puntos Muestra Vigencia 2018, el informe Estimación del Valor Unitario y Valor Integral de los Predios de la Ciudad de Bogotá Vigencia 2018 y las bases de datos provistas para el análisis.

Recomendaciones

Exponer en los documentos relacionados con el diseño muestral y la estimación de los modelos con detalle y consistencia las etapas de la selección de la muestra. En primer lugar y siguiendo los criterios estadísticos, calcular los tamaños muestrales óptimos según los estratos muestrales que se seleccionen en los respectivos marcos muestrales. A continuación, efectuar las inclusiones forzosas de predios por las reglamentaciones establecidas. Es de añadir que cualquier inclusión o exclusión de puntos muestrales debe ser justificada y expuesta de acuerdo con los criterios estadísticos respectivos. Posiblemente el factor más importante para tener en cuenta sea garantizar que la muestra sea representativa de todo el marco muestral y, en consecuencia, que la variable de interés cuente con la misma distribución que en el marco muestral. Todo el proceso de muestreo, inclusiones y exclusiones que conduce a la muestra empleada para las estimaciones debe ser detallado, claro y consistente en la documentación que expone los procedimientos.

2. Estratos socioeconómicos

Se analizó si la cantidad de predios por estrato para cada modelo es suficiente para llevar a cabo las estimaciones de manera adecuada. Para los modelos 1, 2 y 6 (predios residenciales) se muestra la cantidad de predios por estrato empleada en los modelos.

Tabla 2.1. Modelo 1

stats	ESTRATO1	ESTRATO2	ESTRATO3
sum	14	690	1851

Tabla 2.2. Modelo 2

stats	ESTRATO4	ESTRATO5	ESTRATO6
sum	989	403	252

Tabla 2.3. Modelo 6

stats	ESTRATO1	ESTRATO2	ESTRATO3	ESTRATO4	ESTRATO5	ESTRATO6
sum	21	433	261	289	110	41

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

En Bogotá, la mayoría de los predios de uso residencial están clasificados en los estratos 2, 3, 4 y 5. Los estratos 1 y 6 concentran las menores proporciones de predios. En este sentido, se puede entender que en los modelos 1, 2 y 6 los estratos 1 y 6 sean aquellos con menor representación en la muestra. Sin embargo, el estrato 6 tiene una mayor representación que el estrato 1, en parte porque hay más predios de uso residencial en PH en el estrato 6 que en el 1 y porque en el estrato 6 hay una mayor varianza en la variable de interés. A pesar de esto, emplear únicamente 14 predios del estrato 1 puede implicar que

la muestra no es representativa. Para analizar este planteamiento, se compara a continuación la representación del estrato 1 dentro del modelo correspondiente (es decir, junto con los estratos 2 y 3).

Tabla 2.4. Estrato 1 (Muestra del modelo 1)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
IEC_VALOR_~L	14	1593314	156447	1311189	1855169

Tabla 2.5. Estrato 1 (Marco del modelo 1)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
valor_i~2018	5,877	1783374	280842.9	925814.4	2777019

Tabla 2.6. Estrato 2 (Muestra del modelo 1)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
IEC_VALOR_~L	690	2374187	415452	1050000	4517000

Tabla 2.7. Estrato 2 (Marco del modelo 1)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
valor_i~2018	217,495	2358013	331379.3	294457.2	5073984

Tabla 2.8. Estrato 3 (Muestra del modelo 1)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
IEC_VALOR_~L	1,851	2961626	495188.8	600000	4833244

Tabla 2.9. Estrato 3 (Marco del modelo 1)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
valor_i~2018	347,894	3024442	477171.4	527459.8	1.12e+07

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

La cantidad de predios del modelo 1 por estrato se presenta en las tablas anteriores, según la información disponible en la base de datos de la vigencia 2018. Así, el estrato 1 representa el 2,7% respecto al 2 y el 1,6% respecto al 3. Sin embargo, las proporciones de la muestra son inferiores con el 2% respecto al 2 y el 0,7% respecto al 3. Esta subrepresentación del estrato 1 podría ser validada si se encuentra que la varianza de la variable de interés para el estrato 1 es similar para los predios correspondientes (es decir, los del marco) y la muestra del estrato 1.

Al proceder, se evidenció que la varianza de la variable de interés en la muestra del modelo 1 para el estrato 1 es inferior a la varianza de los predios del marco del modelo 1 para el estrato 1. La subestimación se da por una diferencia de las desviaciones estándar de alrededor de 124,000 pesos. Contrariamente, en los estratos 2 y 3 la varianza de la variable de interés en la muestra es superior a la varianza de los predios del marco del modelo 1 para los estratos 2 y 3. La sobrestimación se da por diferencias de las desviaciones estándar de alrededor de 84,000 pesos y 18,000 pesos, respectivamente. Este análisis lleva a considerar que puede haber un sesgo en la muestra empleada para las estimaciones generado por una subrepresentación de los predios de estrato 1 respecto a los estratos 2 y 3. Así mismo, el sesgo podría generar que las estimaciones sean sesgadas.

Situaciones evidenciadas

Se encuentra que en el modelo 1, es posible que este se esté estimando con una subrepresentación de predios en estrato 1.

Recomendaciones

A partir de los análisis expuestos, se sugiere aumentar la muestra de los predios de estrato 1 dentro del modelo 1 (estratos 1, 2 y 3) puesto que, aunque su menor representación parece obedecer a una menor proporción de este estrato en este tipo de predios, el análisis sugiere que la dispersión de la variable de interés es menor en la muestra que en el marco muestral, por lo que es posible que se esté incurriendo en una subrepresentación del estrato 1.

3. Análisis de la variable respuesta por modelo (valor integral por metro cuadrado)

Para los modelos 1 y 2, la información sobre la variable respuesta es obtenida de dos fuentes. La primera, a partir de los avalúos puntuales que permiten la obtención del valor integral. La segunda, a partir de ofertas obtenidas de la información del mercado inmobiliario de la ciudad, a partir de las cuales se calcula el valor integral. La observación y el análisis de la variable de interés para cada uno de los dos orígenes permiten determinar que la variable sigue la misma distribución en ambos casos, es decir que exhiben un comportamiento similar. Esto indica que su inclusión en la muestra para la estimación no representaría un problema. Sin embargo, se debe garantizar que estas inclusiones no estén sesgadas en las variables explicativas, en particular para las variables con mayor poder predictivo y para aquellas sobre las que se determinan los estratos muestrales. De lo contrario, se puede incurrir en estimaciones sesgadas.

Modelo 1 (Residencial en estratos 1, 2 y 3 en PH)

Gráfico 3.1. Todos los predios del modelo

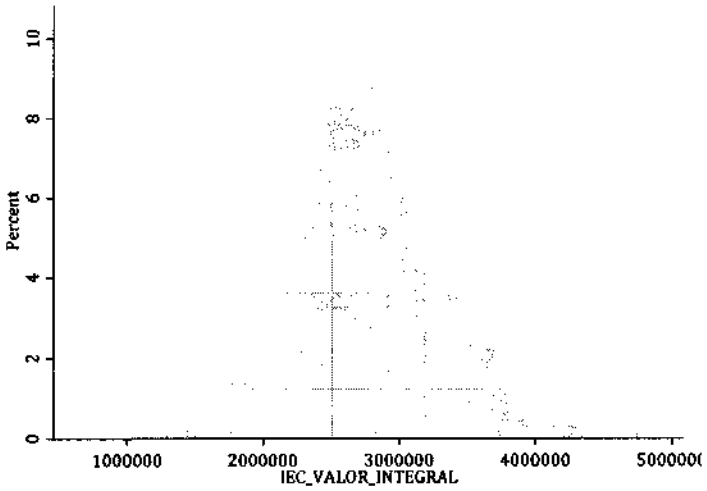


Tabla 3.1. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 1

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	2670	2785049	568274,3	600000	4833244

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.1 muestra la distribución de la variable de interés en la muestra seleccionada para el modelo 1 (inclusiones y exclusiones). Como se observa, la variable se concentra entre los valores de 2.000.000 y 4.000.000. La tabla 3.1 muestra que el valor promedio de la variable es de alrededor de 2.785.000.

Gráfico 3.2. Incluidos en la estimación

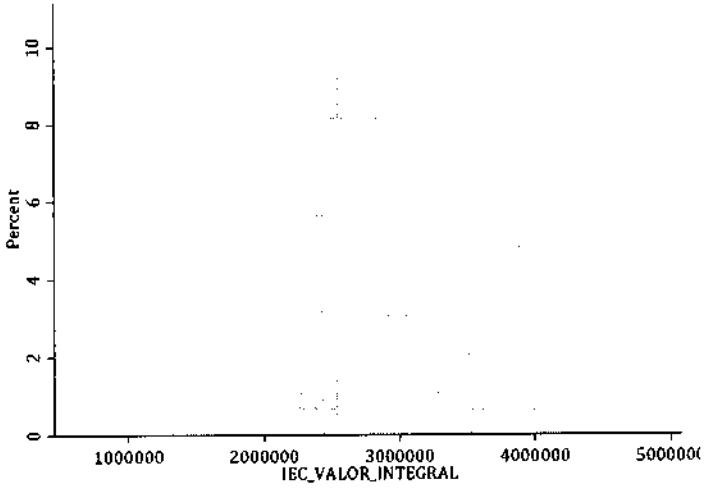


Tabla 3.2. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 1

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	2555	2795485	547893,2	600000	4833244

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.2 y la tabla 3.2 evidencian que la muestra incluida se comporta similar a la muestra del modelo, por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Gráfico 3.3. Excluidos de la estimación

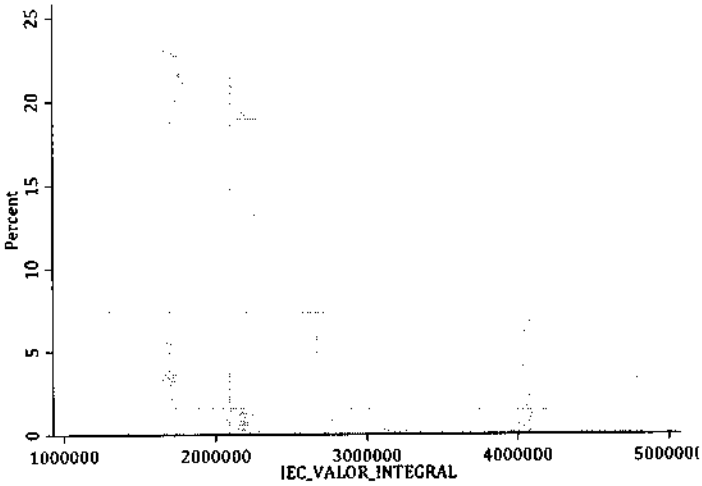


Tabla 3.3. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 1

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	115	2553177	882463,6	1282051	4827586

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.3 y la tabla 3.3 evidencian que la muestra excluida se distribuye aproximadamente como la muestra del modelo (no se daña la muestra de la estimación), por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Modelo 2 (Residencial en estratos 4, 5 y 6 en PH)

Gráfico 3.4. Todos los predios del modelo

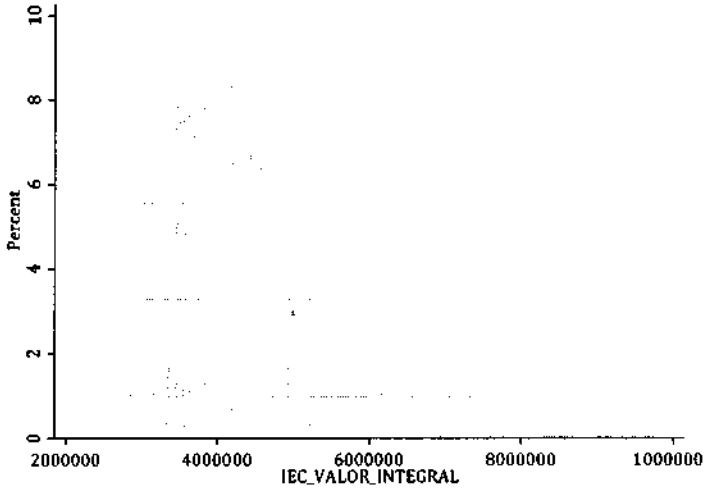


Tabla 3.4. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 2

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1716	4470247	1303505	2236638	9800000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.4 muestra la distribución de la variable de interés en la muestra seleccionada para el modelo 2 (inclusiones y exclusiones). Como se observa, la variable se concentra entre los valores de 2500000 y 6000000. La tabla 3.4 muestra que el valor promedio de la variable es de alrededor de 4470000.

Gráfico 3.5. Incluidos en la estimación

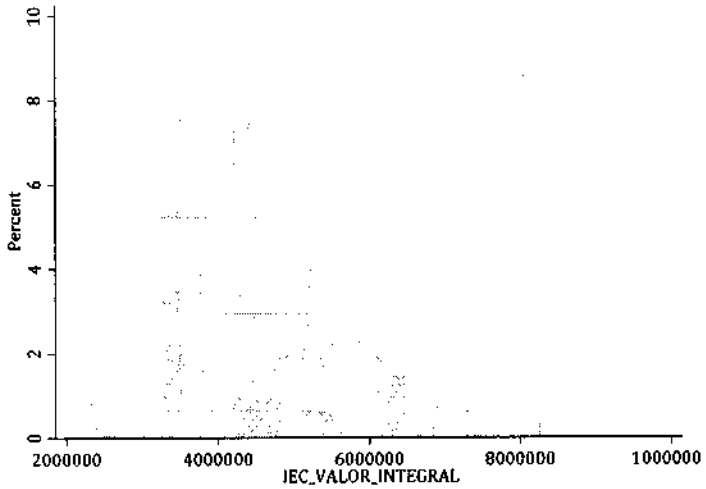


Tabla 3.5. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 2

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1644	4479843	1296168	2236638	9800000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.5 y la tabla 3.5 evidencian que la muestra incluida se comporta similar a la muestra del modelo, por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Gráfico 3.6. Excluidos de la estimación

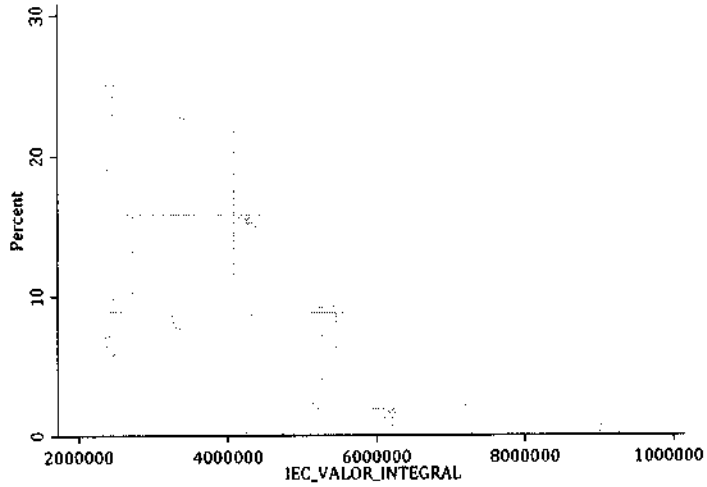


Tabla 3.6. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 2

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	72	4251138	1453819	2319788	9526645

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.6 y la tabla 3.6 evidencian que la muestra excluida se distribuye aproximadamente como la muestra del modelo (no se daña la muestra de la estimación), por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Modelo 3 (Oficinas en PH)

Gráfico 3.7. Todos los predios del modelo

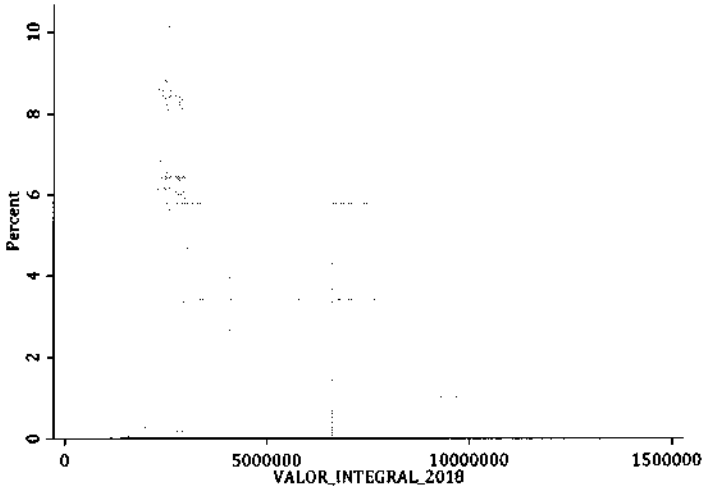


Tabla 3.7. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 3

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1942	5684871	2441919	1400000	15000000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.7 muestra la distribución de la variable de interés en la muestra seleccionada para el modelo 3 (inclusiones y exclusiones). Como se observa, la variable se concentra entre los valores de 2000000 y 10000000. La tabla 3.7 muestra que el valor promedio de la variable es de alrededor de 5684000.

Gráfico 3.8. Incluidos en la estimación

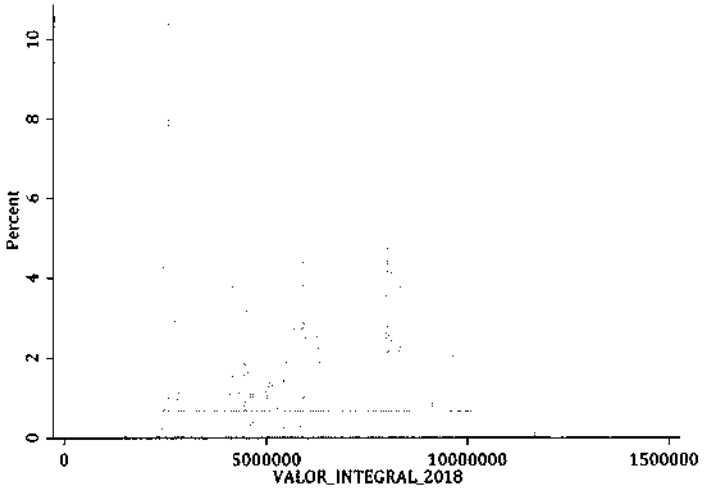


Tabla 3.8. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 3

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1878	5726858	2460333	1400000	15000000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.8 y la tabla 3.8 evidencian que la muestra incluida se comporta similar a la muestra del modelo, por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Gráfico 3.9. Excluidos de la estimación

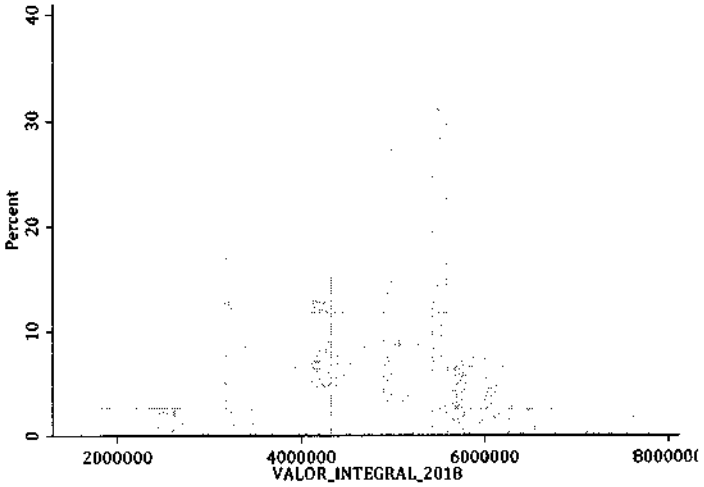


Tabla 3.9. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 3

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	64	4452813	1331747	1800000	7900000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.9 y la tabla 3.9 evidencian que la muestra excluida se distribuye aproximadamente como la muestra del modelo (no se daña la muestra de la estimación), por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Modelo 4 (Comercio en PH)

Gráfico 3.10. Todos los predios del modelo

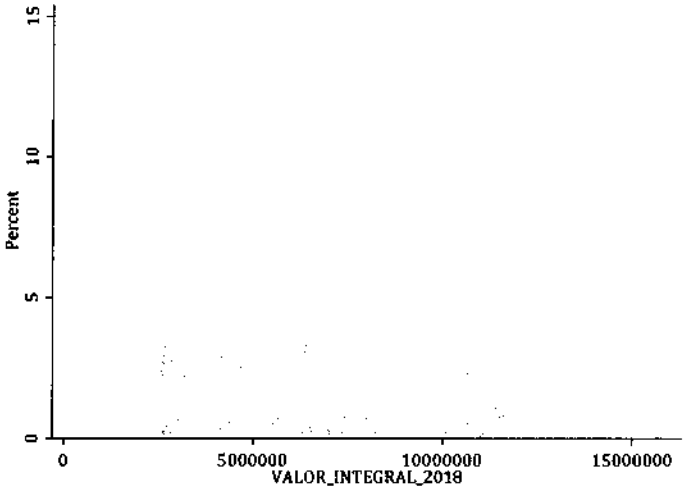


Tabla 3.10. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 4

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1366	5638851	2755152	1500000	16000000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.10 muestra la distribución de la variable de interés en la muestra seleccionada para el modelo 4 (inclusiones y exclusiones). Como se observa, la variable se concentra entre los valores de 2500000 y 8000000. La tabla 3.10 muestra que el valor promedio de la variable es de alrededor de 5638000.

Gráfico 3.11. Incluidos en la estimación

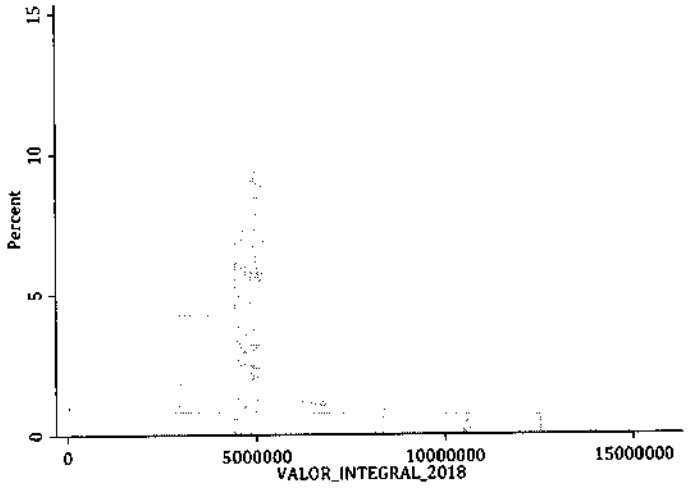


Tabla 3.11. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 4

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1328	5624897	2727365	1500000	16000000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.11 y la tabla 3.11 evidencian que la muestra incluida se comporta similar a la muestra del modelo, por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Gráfico 3.12. Excluidos de la estimación

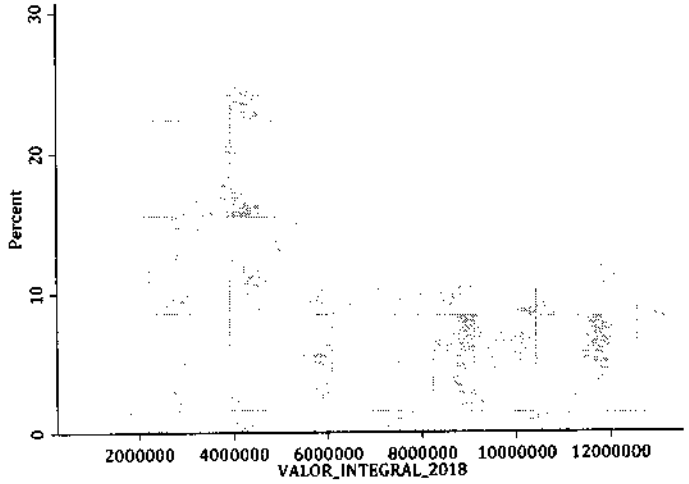


Tabla 3.12. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 4

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	38	6126503	3606746	1500000	13300000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.12 y la tabla 3.12 evidencian que la muestra excluida se distribuye aproximadamente como la muestra del modelo (no se daña la muestra de la estimación), por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Modelo 5 (Bodegas e industria en PH)

Gráfico 3.13. Todos los predios del modelo

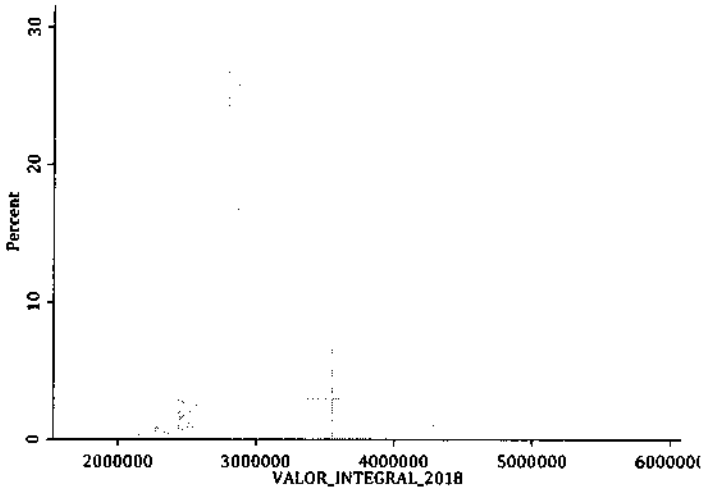


Tabla 3.13. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 5

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	501	3090309	578786	1700000	5600000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.13 muestra la distribución de la variable de interés en la muestra seleccionada para el modelo 5 (inclusiones y exclusiones). Como se observa, la variable se concentra entre los valores de 2500000 y 4000000. La tabla 3.13 muestra que el valor promedio de la variable es de alrededor de 3090000.

Gráfico 3.14. Incluidos en la estimación

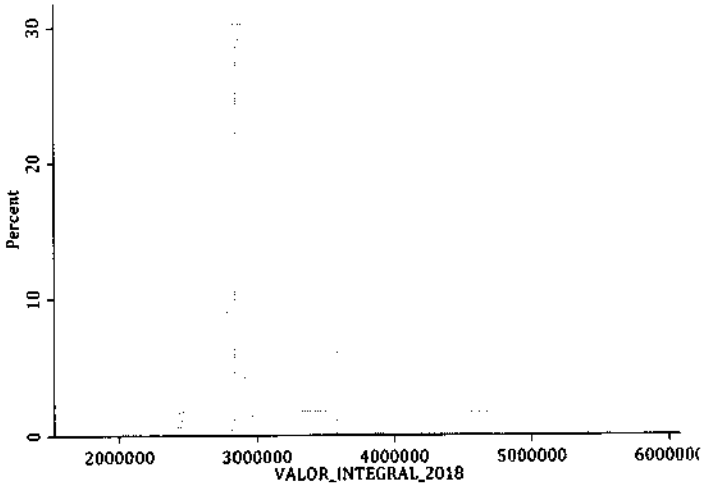


Tabla 3.14. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 5

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	498	3089648	576606,9	1700000	5600000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.14 y la tabla 3.14 evidencian que la muestra incluida se comporta similar a la muestra del modelo, por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Gráfico 3.15. Excluidos de la estimación

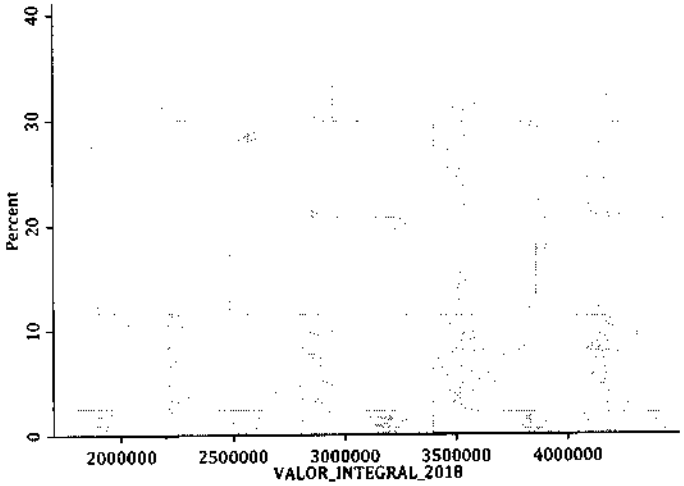


Tabla 3.15. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 5

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	3	3200000	1053565	2200000	4300000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.15 y la tabla 3.15 evidencian que los únicos tres predios excluidos se distribuyen en diferentes secciones de distribución de la muestra del modelo (no se daña la muestra de la estimación), por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Modelo 6 (Bifamiliares residenciales)

Gráfico 3.16. Todos los predios del modelo

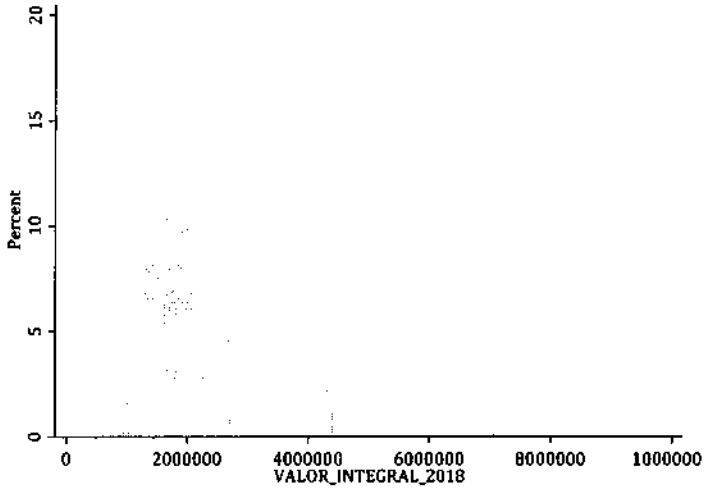


Tabla 3.16. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 6

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1188	2575852	1316899	600000	10000000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.16 muestra la distribución de la variable de interés en la muestra seleccionada para el modelo 6 (inclusiones y exclusiones). Como se observa, la variable se concentra entre los valores de 1000000 y 4000000. La tabla 3.16 muestra que el valor promedio de la variable es de alrededor de 2575000.

Gráfico 3.17. Incluidos en la estimación

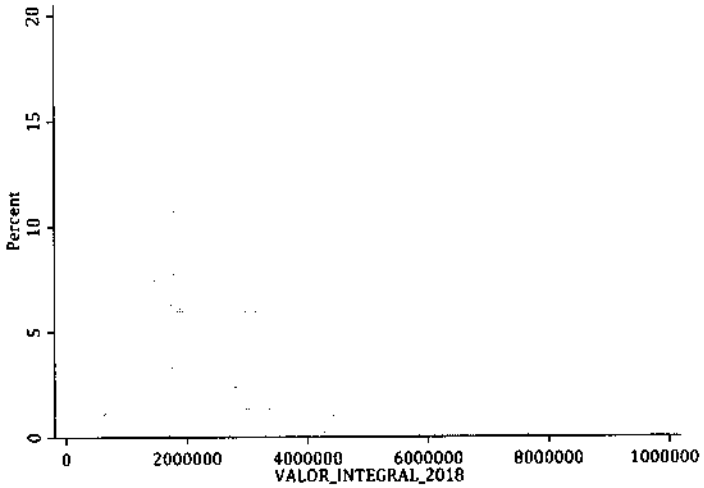


Tabla 3.17. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 6

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	1155	2558620	1308176	600000	10000000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.17 y la tabla 3.17 evidencian que la muestra incluida se comporta similar a la muestra del modelo, por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Gráfico 3.18. Excluidos de la estimación

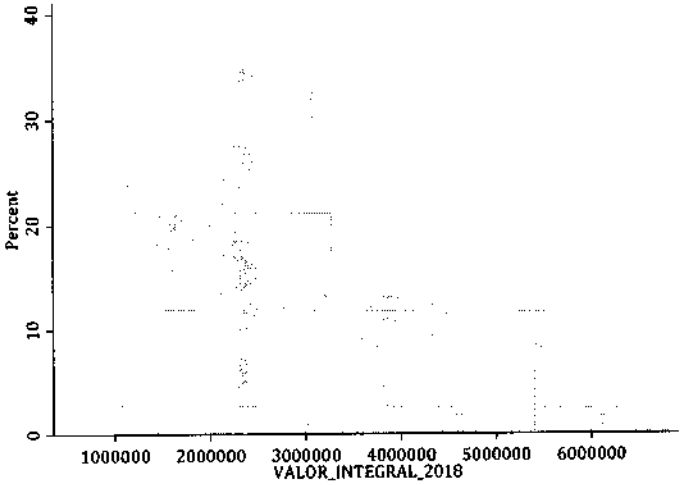


Tabla 3.18. Estadísticas descriptivas del valor integrado en el modelo 6

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
VI	33	3179000	1492736	1050000	6800000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El gráfico 3.18 y la tabla 3.18 evidencian que la muestra excluida se distribuye aproximadamente como la muestra del modelo (no se daña la muestra de la estimación), por lo que la estimación no diferiría significativamente de la propuesta.

Situaciones evidenciadas

La variable de interés corresponde al valor integral. Esta variable exhibe un comportamiento diferente para cada tipología, lo cual es consistente con la estratificación del marco muestral en estas seis tipologías. En primer lugar, porque la estimación asume una distribución determinada para la variable de interés, por lo que las diferencias en el comportamiento de la variable de interés deben ser respondidas con diferentes estimaciones. Por otra parte, la estratificación se efectúa para obtener estimaciones más eficientes y con intervalos de confianza más pequeños (mayor certeza), por lo que la mayor homogeneidad dentro de las tipologías contribuye a estimaciones más eficientes y de mayor certeza.

4. Selección de variables explicativas

De acuerdo con el informe *Estimación del Valor Unitario y Valor Integral de los Predios de la Ciudad de Bogotá Vigencia 2018*, la selección de variables que construyen el modelo se efectúa a través del proceso iterativo stepwise, en el que dado un amplio conjunto de variables se ejecuta un proceso de selección automático de tal forma que se selecciona el modelo con mejor nivel del criterio AIC (criterio de información Akaike). El objetivo de este procedimiento es encontrar el modelo con el menor número de variables posibles y que contenga la mayor cantidad de información. Para los seis modelos analizados, este proceso se traduce en la elección de las variables que cuentan con mayor poder explicativo y predictivo a partir de un gran conjunto de información disponible en un gran número de variables.

Tabla 4.1.

Modelo 1	113 variables
Modelo 2	93 variables
Modelo 3	129 variables
Modelo 4	160 variables
Modelo 5	78 variables
Modelo 6	115 variables

Fuente: Elaboración propia con datos de la UAECD

Situaciones evidenciadas

La selección de variables que construyen el modelo se efectúa a través del proceso iterativo stepwise. El objetivo de este procedimiento es encontrar el modelo con el menor número de variables posibles y que contenga la mayor cantidad de información. Para los seis modelos analizados, este proceso se traduce en la elección de las variables que cuentan con mayor

poder explicativo y predictivo a partir de un gran conjunto de información disponible en un gran número de variables (entre 78 y 160 variables).

5. Modelos

Según el informe *Estimación del Valor Unitario* y *Valor Integral de los Predios de la Ciudad de Bogotá Vigencia 2018*, los modelos son estimados usando la metodología de los MLG (modelos lineales generalizados). Estos modelos aumentan las opciones para la distribución de la variable de interés (el valor integral), permitiendo como posibles distribuciones aquellas que pertenecen a la familia exponencial para dar una mayor flexibilidad en la relación funcional entre la media de la variable respuesta y el predictor lineal. Es decir, flexibilizar la respuesta de la variable de interés en diferentes secciones de la distribución.

Por otro lado, en esta sección se recurre a los indicadores EC y EA. EC hace referencia al error cuadrático y hace una ponderación diferente de los errores de predicción (a los errores más bajos les da una menor importancia que a los errores más altos). EA hace referencia al error absoluto y hace una ponderación igual de los errores de predicción (puede ser entendido como un indicador del error absoluto de predicción). Un menor valor de ambos indicadores significa que la estimación obtenida es mejor (este valor puede ser la suma o el promedio de cada indicador). Finalmente, VI hace referencia al valor integral.

Modelo 1

La variable de respuesta es el valor integral y se ejecuta la estimación con 113 variables independientes, las cuales se relacionan en el anexo de la resolución 1979 del 2017. Se ejecuta la estimación con información de 2555 predios. Se asume una distribución lognormal para la variable de interés y se emplea la función logaritmo como función de enlace.

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 224959 pesos (tabla 5.1).

Tabla 5.1. Indicadores ECM y EAM

stats	sum	mean
EC Catastro	2.04e+14	7.99e+10
EA Catastro	5.75e+08	224959.2

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

El análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución (tabla 5.2).

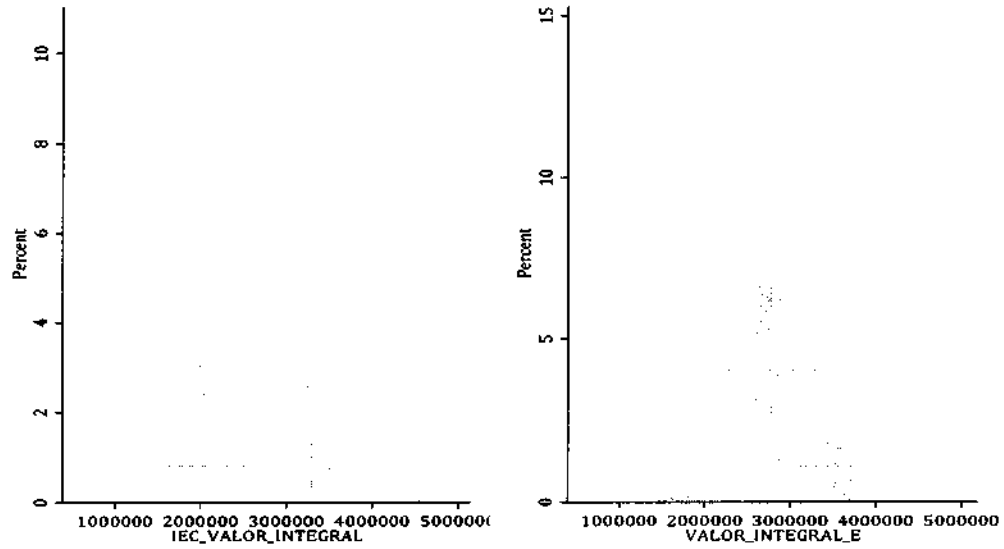
Tabla 5.2.

stats	VI	Est. Catastro	Diferencia
p1	1600000	1699836	99836
p5	1968892	2056827	87935
p25	2450500	2485637	35137
p50	2763466	2815242	51776
p75	3101124	3073236	-27888
p95	3740037	3562931	-177106
p99	4402516	4251302	-151214

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Al observar los histogramas de la variable de interés y de la estimación, se observa un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos.

Gráfico 5.1. Distribución del VI y de la estimación de la UAECD

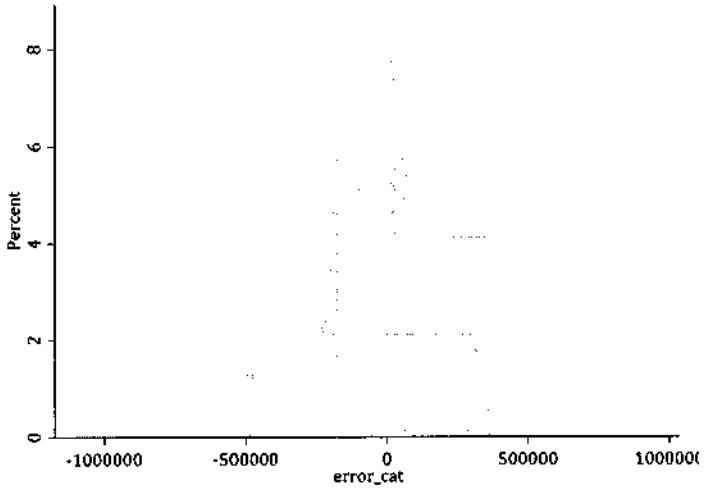


La estimación se lleva a cabo bajo el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal. Para analizar este supuesto, se ejecutan cuatro pruebas para validarlo o rechazarlo (tabla 5.3).

Tabla 5.3.

test	p-value	lognormal
Kolmogorov-Smirnov	<0,05	No
Shapiro-Wilk	<0,05	No
Shapiro-Francia	<0,05	No
Shapiro-Wilk lognormality	<0,05	No

Gráfico 5.2. Distribución de los residuales del modelo 1



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Modelo 2

La variable de respuesta es el valor integral y se ejecuta la estimación con 93 variables independientes, las cuales se relacionan en el anexo de la resolución 1979 del 2017. Se ejecuta la estimación con información de 1644 predios. Se asume una distribución lognormal para la variable de interés y se emplea la función logaritmo como función de enlace.

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 406019 pesos (tabla 5.4).

Tabla 5.4. Indicadores ECM y EAM

stats	sum	mean
EC Catastro	4.44e+14	2.70e+11
EA Catastro	6.67e+08	406019.8

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

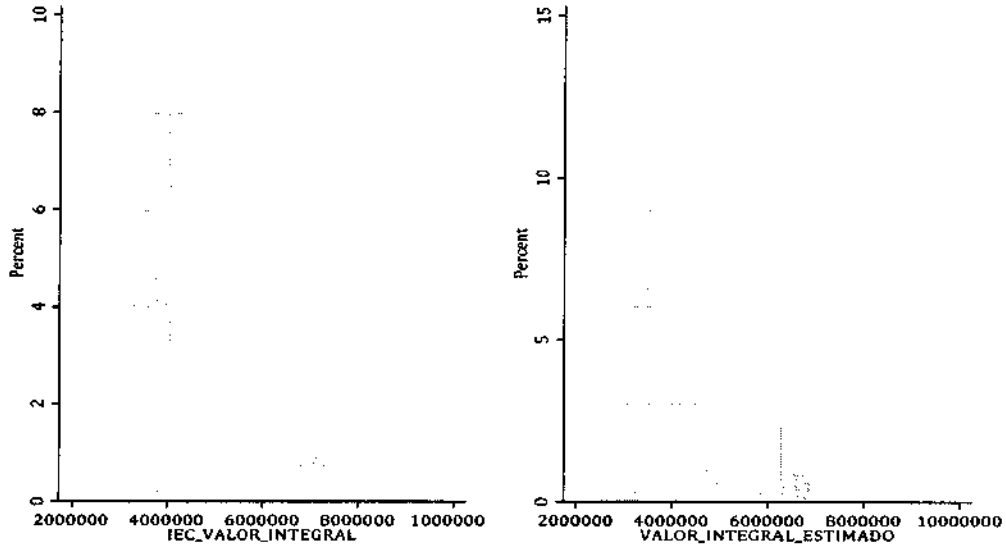
El análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución (tabla 5.5).

Tabla 5.5.

stats	VI	Est. Catastro	Diferencia
p1	2446221	2454781	8560
p5	2870038	3016881	146843
p25	3581805	3617233	35428
p50	4222573	4198128	-24445
p75	5069713	5066378	-3335
p95	7067220	6828029	-239191
p99	8530308	8391949	-138359

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 5.3. Distribución del VI y de la estimación de la UAECD

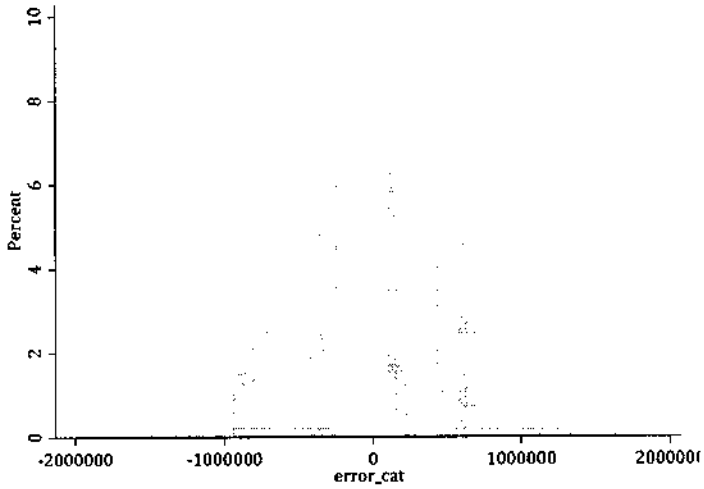


La estimación se lleva a cabo bajo el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal. Para analizar este supuesto, se ejecutan cuatro pruebas para validarlo o rechazarlo (tabla 5.6).

Tabla 5.6.

test	p-value	lognormal
Kolmogorov-Smirnov	>0,05	Sí
Shapiro-Wilk	<0,05	No
Shapiro-Francia	<0,05	No
Shapiro-Wilk lognormality	<0,05	No

Gráfico 5.4. Distribución de los residuales del modelo 2



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Modelo 3

La variable de respuesta es el valor integral y se ejecuta la estimación con 129 variables independientes, las cuales se relacionan en el anexo de la resolución 1979 del 2017. Se ejecuta la estimación con información de 1878 predios. Se asume una distribución lognormal para la variable de interés y se emplea la función logaritmo como función de enlace.

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 374702 pesos (tabla 5.7).

Tabla 5.7. Indicadores ECM y EAM

stats	sum	mean
EC Catastro	5.28e+14	2.81e+11
EA Catastro	7.04e+08	374702.3

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

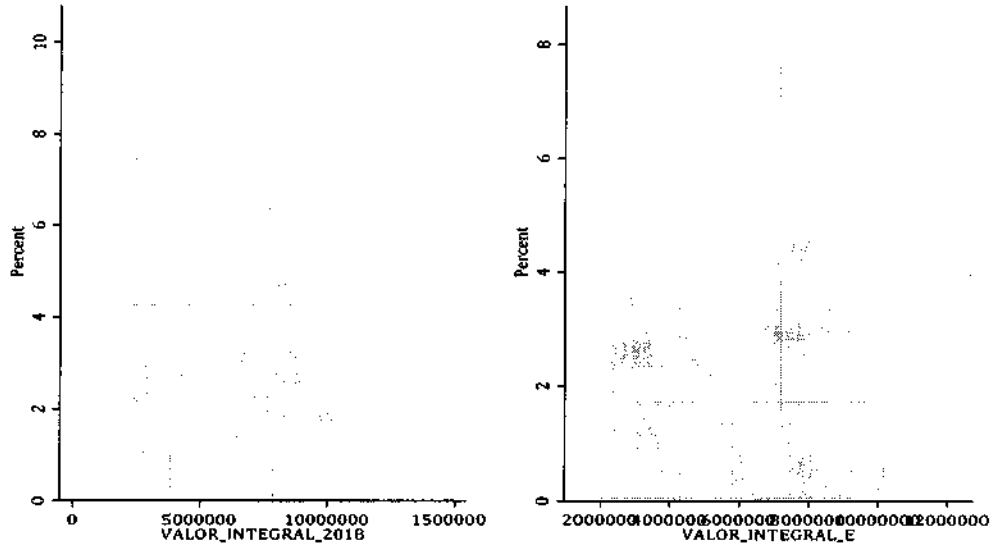
El análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte alta de la distribución (tabla 5.8).

Tabla 5.8.

stats	VI	Est. Catastro	Diferencia
p1	2000000	2004838	4838
p5	2300000	2312820	12820
p25	3200000	3284291	84291
p50	6000000	5994464	-5536
p75	7600000	7625574	25574
p95	9500000	9449278	-50722
p99	10500000	10600000	100000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 5.5. Distribución del VI y de la estimación de la UAECD.

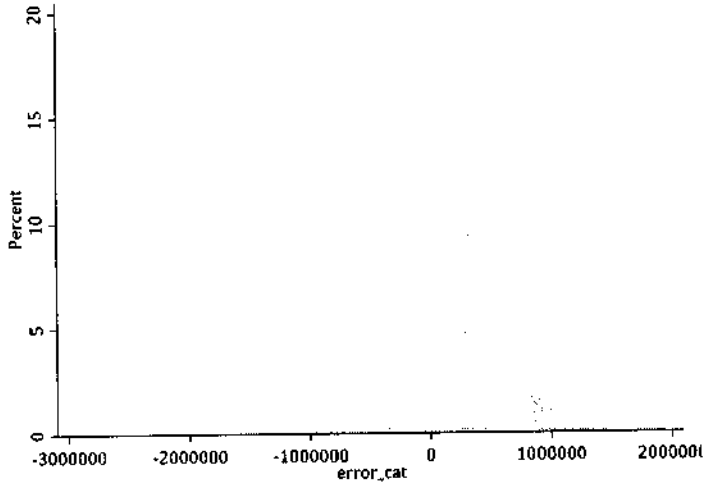


La estimación se lleva a cabo bajo el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal. Para analizar este supuesto, se ejecutan cuatro pruebas para validarlo o rechazarlo (tabla 5.9).

Tabla 5.9.

test	p-value	lognormal
Kolmogorov-Smirnov	<0,05	No
Shapiro-Wilk	<0,05	No
Shapiro-Francia	<0,05	No
Shapiro-Wilk lognormality	<0,05	No

Gráfico 5.6. Distribución de los residuales del modelo 3



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Modelo 4

La variable de respuesta es el valor integral y se ejecuta la estimación con 160 variables independientes, las cuales se relacionan en el anexo de la resolución 1979 del 2017. Se ejecuta la estimación con información de 1328 predios. Se asume una distribución lognormal para la variable de interés y se emplea la función logaritmo como función de enlace.

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 345272 pesos (tabla 5.10).

Tabla 5.10. Indicadores ECM y EAM

stats	sum	mean
EC Catastro	3.60e+14	2.71e+11
EA Catastro	4.59e+08	345272.3

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

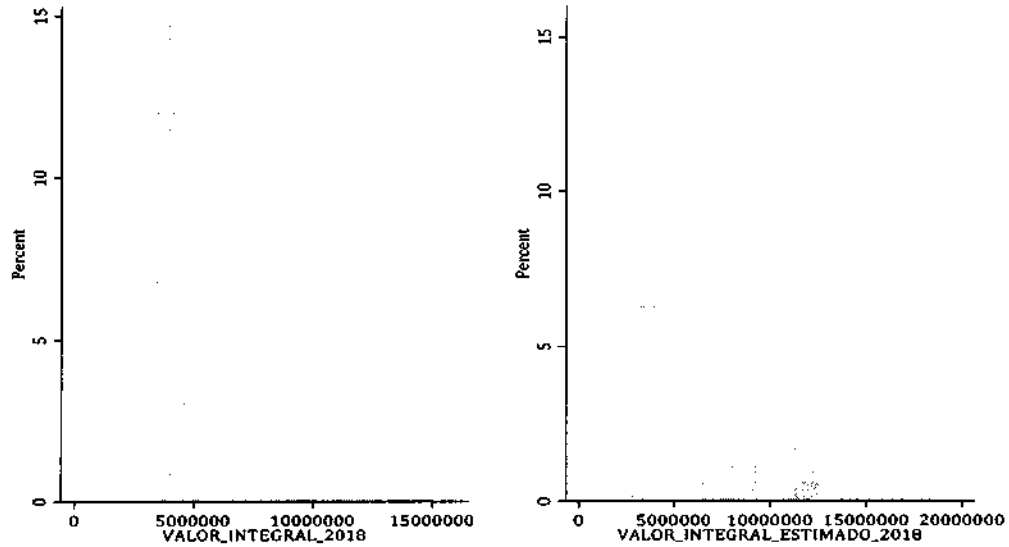
El análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución (tabla 5.11).

Tabla 5.11.

stats	VI	Est. Catastro	Diferencia
p1	2300000	2407655	107655
p5	2950000	2904873	-45127
p25	3800000	3862619	62619
p50	4800000	4720754	-79246
p75	6450000	6383400	-66600
p95	11700000	11300000	-400000
p99	15000000	14800000	-200000

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 5.7. Distribución del VI y de la estimación de la UAECD

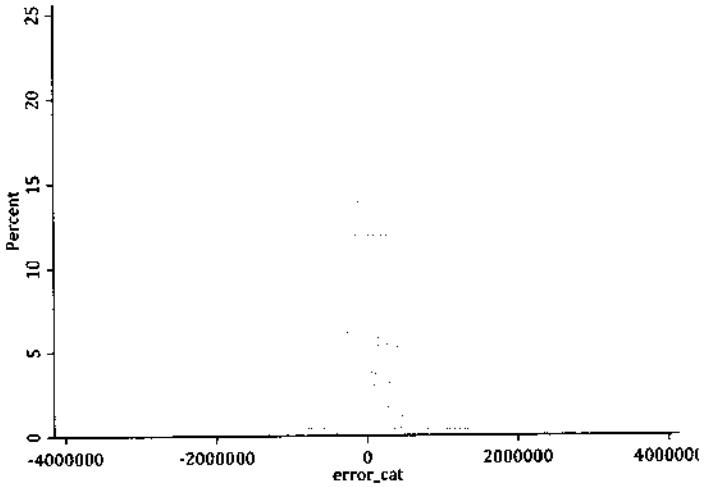


La estimación se lleva a cabo bajo el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal. Para analizar este supuesto, se ejecutan cuatro pruebas para validarlo o rechazarlo. Para la primera prueba, la prueba se ejecuta directamente con la variable de interés, mientras que las tres siguientes se ejecutan con la transformación logarítmica (tabla 5.12).

Tabla 5.12.

test	p-value	lognormal
Kolmogorov-Smirnov	<0,05	No
Shapiro-Wilk	<0,05	No
Shapiro-Francia	<0,05	No
Shapiro-Wilk lognormality	<0,05	No

Gráfico 5.8. Distribución de los residuales del modelo 4



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Modelo 5

La variable de respuesta es el valor integral y se ejecuta la estimación con 78 variables independientes, las cuales se relacionan en el anexo de la resolución 1979 del 2017. Se ejecuta la estimación con información de 498 predios. Se asume una distribución lognormal para la variable de interés y se emplea la función logaritmo como función de enlace.

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 104269 pesos (tabla 5.13).

Tabla 5.13. Indicadores ECM y EAM

stats	sum	mean
EC Catastro	1.37e+13	2.76e+10
EA Catastro	5.19e+07	104269.5

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

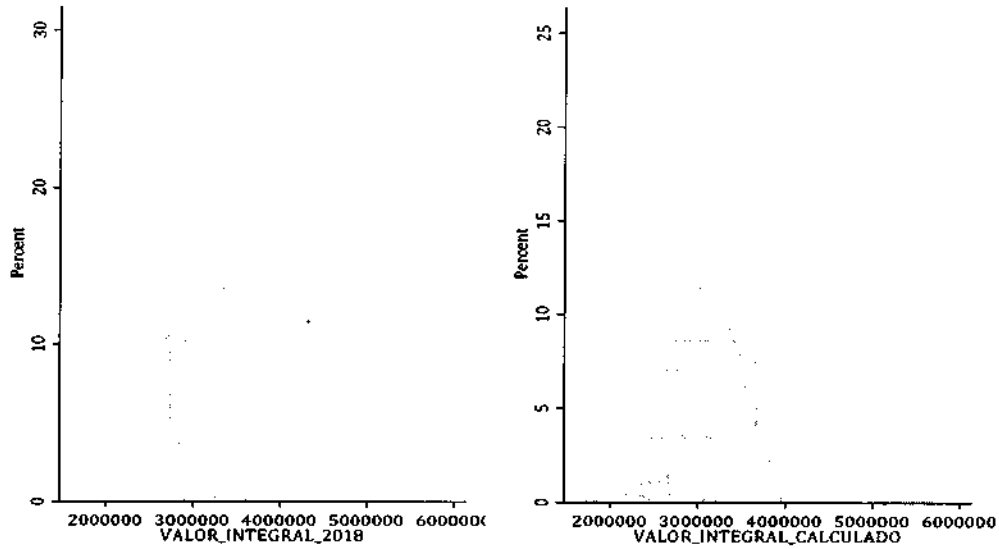
El análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte más alta de la distribución (tabla 5.14).

Tabla 5.14.

stats	VI	Est. Catastro	Diferencia
p1	1800000	1847059	47059
p5	2450000	2426545	-23455
p25	2800000	2782473	-17527
p50	2850000	2936108	86108
p75	3350000	3428834	78834
p95	4300000	4311603	11603
p99	5350000	5147630	-202370

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 5.9. Distribución del VI y de la estimación de la UAECD

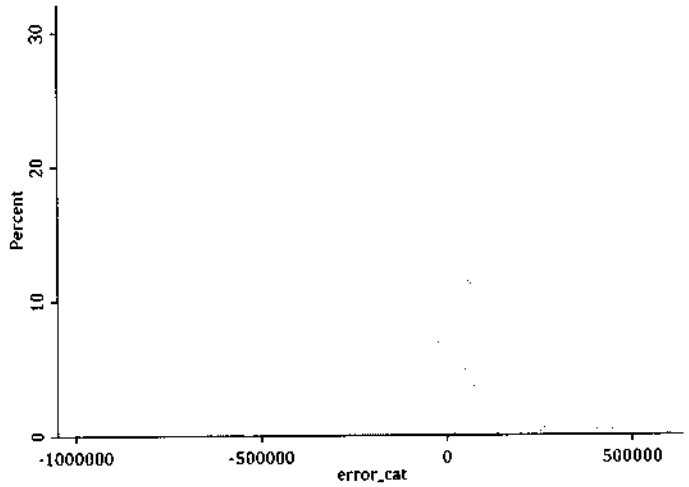


La estimación se lleva a cabo bajo el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal. Para analizar este supuesto, se ejecutan cuatro pruebas para validarlo o rechazarlo. Para la primera prueba, la prueba se ejecuta directamente con la variable de interés, mientras que las tres siguientes se ejecutan con la transformación logarítmica (tabla 5.15).

Tabla 5.15.

test	p-value	lognormal
Kolmogorov-Smirnov	<0,05	No
Shapiro-Wilk	<0,05	No
Shapiro-Francia	<0,05	No
Shapiro-Wilk lognormality	<0,05	No

Gráfico 5.10. Distribución de los residuales del modelo 5



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Modelo 6

La variable de respuesta es el valor integral y se ejecuta la estimación con 115 variables independientes, las cuales se relacionan en el anexo de la resolución 1979 del 2017. Se ejecuta la estimación con información de 1155 predios. Se asume una distribución lognormal para la variable de interés y se emplea la función logaritmo como función de enlace.

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 179444 pesos (tabla 5.16).

Tabla 5.16. Indicadores ECM y EAM

stats	sum	mean
EC Catastro	8.30e+13	7.19e+10
EA Catastro	2.07e+08	179444.2

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

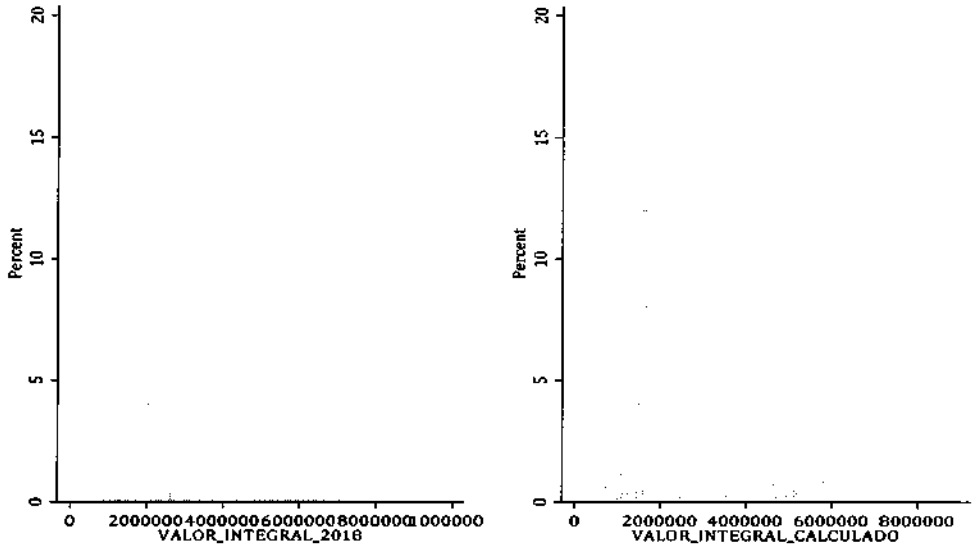
El análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución (tabla 5.17).

Tabla 5.17.

stats	VI	Est. Catastro	Diferencia
p1	800000	871376,4	71376,4
p5	1200000	1208933	8933
p25	1600000	1619873	19873
p50	2160000	2174889	14889
p75	3300000	3283361	-16639
p95	5200000	5182814	-17186
p99	7100000	6990589	-109411

Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 5.11. Distribución del VI y de la estimación de la UAECD

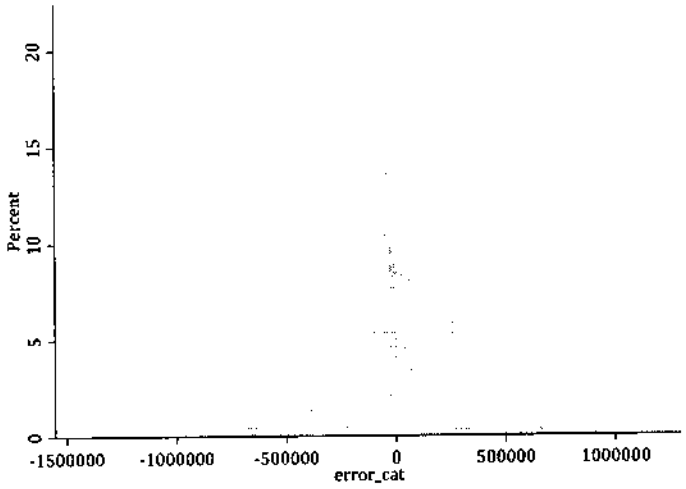


La estimación se lleva a cabo bajo el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal. Para analizar este supuesto, se ejecutan cuatro pruebas para validarlo o rechazarlo. Para la primera prueba, la prueba se ejecuta directamente con la variable de interés, mientras que las tres siguientes se ejecutan con la transformación logarítmica (tabla 5.18).

Tabla 5.18.

test	p-value	lognormal
Kolmogorov-Smirnov	<0,05	No
Shapiro-Wilk	<0,05	No
Shapiro-Francia	<0,05	No
Shapiro-Wilk lognormality	<0,05	No

Gráfico 5.12. Distribución de los residuales del modelo 6



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Situaciones evidenciadas

Modelo 1

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 224959 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 2

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 406.019 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 3

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 374.702 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 4

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 345.272 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 5

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 104.269 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte más alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 6

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 179.444 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

6. Propuestas sobre metodología MLG

Dado que se encuentra que no se valida que la variable de interés no tenga una distribución como la asumida (lognormal), se flexibilizan los supuestos para la estimación. Así, se plantean entre 15 y 16 modelos que aceptan diferentes distribuciones, diferentes funciones de enlace y diferentes tipos de optimización. Estos modelos se nombraron de la letra A a la letra P, según cada una de las seis agrupaciones de los modelos de la UAECD. Las combinaciones son tantas como el paquete estadístico Stata lo permite, según las distribuciones seleccionadas. Las distribuciones pueden ser normal, normal inversa, Poisson y Gamma. Las funciones de enlace pueden ser la identidad (id), la logarítmica (log), la inversa (pow -1) y la cuadrada inversa (pow -2). Los tipos de optimización pueden ser máxima verosimilitud (ML) y mínimos cuadrados ponderados iterados (IRLS).

Propuestas para el modelo 1

Tabla 6.1.

MODELO	DISTRIBUCIÓN	ENLACE	OPTIMIZACIÓN
a	normal	id	ml - irls
b	normal	log	ml - irls
c	normal inv.	id	ml
d	normal inv.	log	ml
e	normal inv.	pow -2	ml
f	normal inv.	id	irls
g	normal inv.	log	irls
h	normal inv.	pow -2	irls
i	poisson	id	ml - irls
j	poisson	log	ml - irls
k	gamma	id	ml
l	gamma	log	ml
m	gamma	pow -1	ml
n	gamma	id	irls
o	gamma	log	irls
p	gamma	pow -1	irls

Fuente: Elaboración propia

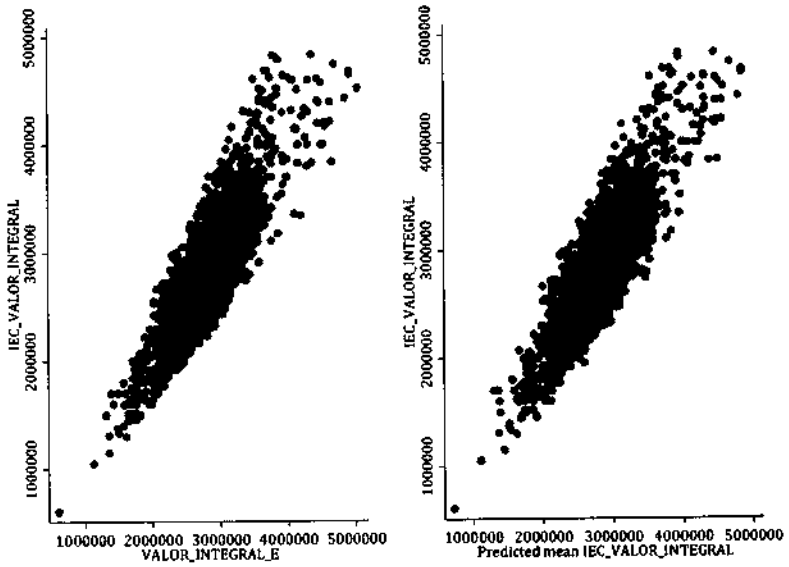
De los 16 modelos propuestos, 12 (señalados con color verde) presentan mejores indicadores bajo uno o ambos de los criterios de ECM y EAM. Es decir, tienen la capacidad de estimar con mayor precisión, en promedio, la variable de interés. El modelo con mejor indicador ECM y EAM es el B. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una normal, la cual, a partir de un análisis gráfico, es plausible.

Se realiza un análisis por percentiles para la estimación de cada uno de los 12 modelos. La primera fila (en verde) es la distribución de la variable de interés en diferentes secciones de la muestra (percentiles 1, 5, 25, 50, 75, 95 y 99). La segunda fila es la distribución de la estimación del modelo empleado actualmente por la UAECD. Las siguientes filas corresponden a las distribuciones de cada uno de los 12 modelos. Las casillas sombreadas corresponden a estimaciones mejores o muy similares respecto a la estimación del modelo de la UAECD en el percentil correspondiente. Las casillas sombreadas con el verde más oscuro corresponden a la mejor estimación entre todos los modelos presentes en la tabla en el percentil correspondiente.

Tabla 6.2.

stats	p1	p5	p25	p50	p75	p95	p99
VI	1600000	1968892	2450500	2763466	3101124	3740037	4402516
[redacted]	1699836	2056827	2485637	2815242	3073236	3562931	4251302
a	[redacted]	[redacted]	2494096	2833202	[redacted]	3514691	4129387
b	1718817	2048975	2481438	2813435	3067417	3549753	4223235
d	1699871	2056807	2485611	2815184	3073257	3562890	4251290
g	1697207	2057087	2486365	2813266	3073677	3560964	4245432
i	1622940	2014775	2498958	2826830	3077458	3510212	4075456
j	1710489	2051713	2486734	2815086	3069944	3554227	4218701
k	1623202	2026195	2498689	2825204	3075798	3488577	4082682
l	1707867	2052985	2485650	2814160	3074422	3557134	4194002
m	1746844	2087894	[redacted]	[redacted]	3067740	[redacted]	[redacted]
n	1623206	2026195	2498691	2825206	3075797	3488576	4082682
o	1707867	2052985	2485650	2814160	3074422	3557134	4194004
p	1746841	2087885	[redacted]	[redacted]	3067740	[redacted]	[redacted]

Gráfico 6.1. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Propuestas para el modelo 2

Tabla 6.3.

MODELO	DISTRIBUCIÓN	ENLACE	OPTIMIZACIÓN
a	**normal**	**id**	**ml - irls**
b	**normal**	**log**	**ml - irls**
c	normal inv.	id	ml
d	**normal inv.**	**log**	**ml**
e	normal inv.	id	irls
f	**normal inv.**	**log**	**irls**
g	normal inv.	pow -2	irls
h	poisson	id	ml - irls
i	**poisson**	**log**	**ml - irls**
j	gamma	id	ml
k	**gamma**	**log**	**ml**
l	gamma	pow -1	ml
m	gamma	id	irls
n	**gamma**	**log**	**irls**
o	gamma	pow -1	irls

Fuente: Elaboración propia

De los 15 modelos propuestos, 7 (señalados con color verde) presentan mejores indicadores bajo uno o ambos de los criterios de ECM y EAM. Es decir, tienen la capacidad de estimar con mayor precisión, en promedio, la variable de interés. El modelo con mejor indicador ECM es el B. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una normal, la cual, a partir de un análisis gráfico, no es plausible. El modelo con mejor indicador EAM es el I. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una Poisson, la cual, a partir de un análisis gráfico, es plausible.

Se realiza un análisis por percentiles para la estimación de cada uno de los 7 modelos. La primera fila (en verde) es la distribución de la variable de interés en diferentes secciones de la muestra (percentiles 1, 5, 25, 50, 75, 95 y 99). La segunda fila es la distribución de la estimación del modelo empleado actualmente por la UAECD. Las siguientes filas corresponden a las distribuciones de cada uno de los 7 modelos. Las casillas sombreadas corresponden a estimaciones mejores o muy similares respecto a la estimación del modelo de la UAECD en el percentil correspondiente. Las casillas sombreadas con el verde más oscuro corresponden a la mejor estimación entre todos los modelos presentes en la tabla en el percentil correspondiente.

Tabla 6.4.

stats	p1	p5	p25	p50	p75	p95	p99
VI	2446221	2870038	3581805	4222573	5069713	7067220	8530308
	2454781	3016881	3617233	4198128	5066378	6828029	8391949
a	2415663		3637577	4247263	5095122		8042027
b	2534420	3027512	3637032		5020851	6815448	8321555
d		3023437		4193972	5059199	6838769	8382894
f	2461904	3024721	3611031	4194256	5057523	6838836	8372181
i	2503344	3025792	3630467	4207701	5042104	6835163	8319264
k	2476574	3019921	3622701	4195200	5042157	6814083	8374905
n	2476577	3019921	3622701	4195201	5042156	6814081	8374903

Gráfico 6.2. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B

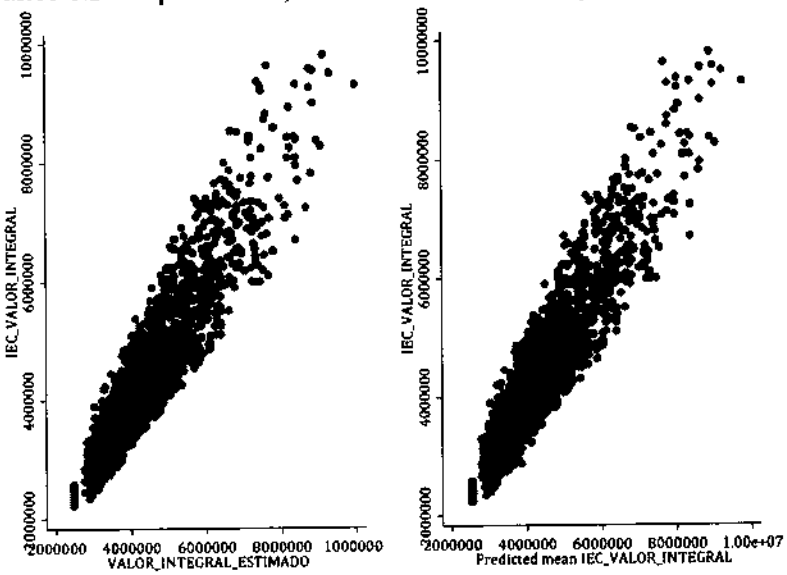
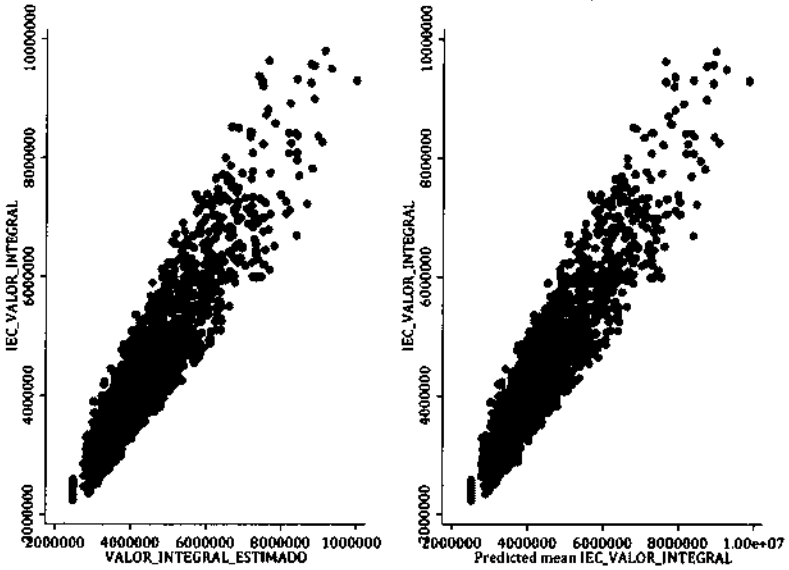


Gráfico 6.3. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo I



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Propuestas para el modelo 3

Tabla 6.5.

MODELO	DISTRIBUCIÓN	ENLACE	OPTIMIZACIÓN
a	normal	id	ml - irls
b	**normal**	**log**	**ml - irls**
c	normal inv.	id	ml
d	normal inv.	log	ml
e	normal inv.	id	irls
f	normal inv.	log	irls
g	normal inv.	pow -2	irls
h	poisson	id	ml - irls
i	**poisson**	**log**	**ml - irls**
j	gamma	id	ml
k	gamma	log	ml
l	gamma	pow -1	ml
m	gamma	id	irls
n	gamma	log	irls
o	gamma	pow -1	irls

Fuente: Elaboración propia

De los 15 modelos propuestos, 6 (señalados con color verde) presentan mejores indicadores bajo uno o ambos de los criterios de ECM y EAM. Es decir, tienen la capacidad de estimar con mayor precisión, en promedio, la variable de interés. El modelo con mejor indicador ECM es el B. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una normal, la cual, a partir de un análisis gráfico, no es plausible. El modelo con mejor indicador EAM es el I. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una Poisson, la cual, a partir de un análisis gráfico, no es plausible. El análisis gráfico de la variable de interés revela que su comportamiento no se asemeja a una distribución de la familia exponencial (requerimiento de la metodología aplicada de MLG), por lo que más allá de encontrar una distribución apropiada se busca seleccionar los supuestos que permitan una mejor estimación.

Se realiza un análisis por percentiles para la estimación de cada uno de los 6 modelos. La primera fila (en verde) es la distribución de la variable de interés en diferentes secciones de la muestra (percentiles 1, 5, 25, 50, 75, 95 y 99). La segunda fila es la distribución de la estimación del modelo empleado actualmente por la UAECD. Las siguientes filas corresponden a las distribuciones de cada uno de los 6 modelos. Las casillas sombreadas corresponden a estimaciones mejores o muy similares respecto a la estimación del modelo de la UAECD en el percentil correspondiente. Las casillas sombreadas con el verde más oscuro corresponden a la mejor estimación entre todos los modelos presentes en la tabla en el percentil correspondiente.

Tabla 6.6

stats	p1	p5	p25	p50	p75	p95	p99
VI	2000000	2300000	3200000	6000000	7600000	9500000	1.05e+07
[redacted]	2004838	2312820	3284291	5994464	7625574	9449278	1.06e+07
b	1949233	2301490	[redacted]	6011723	7586123	9350068	1.06e+07
d	[redacted]	2312815	3283721	5994118	7625459	[redacted]	1.06e+07
f	2005614	2313108	3283641	5992648	7623618	9449107	1.06e+07
i	1974575	2296378	3259634	5993620	7586932	9414450	1.06e+07
k	1960126	[redacted]	3263592	5975279	[redacted]	9393983	1.06e+07
n	1960126	[redacted]	3263592	5975279	[redacted]	9393983	1.06e+07

Gráfico 6.4. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B

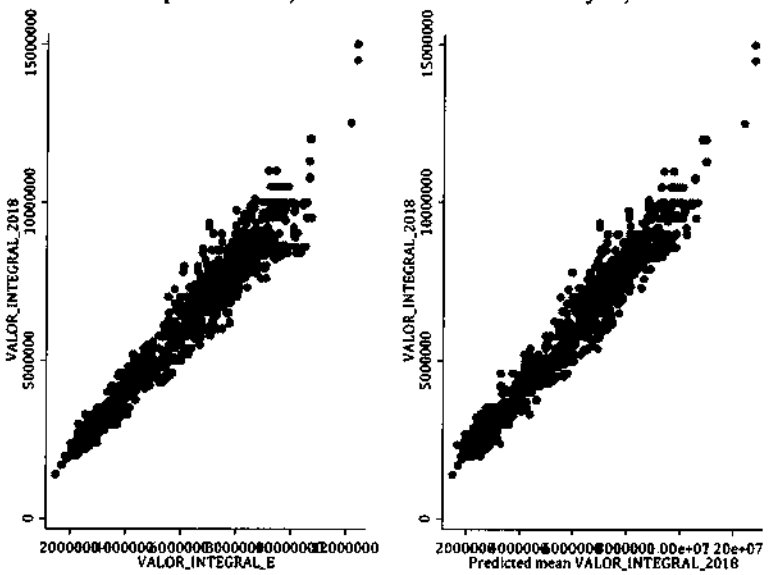
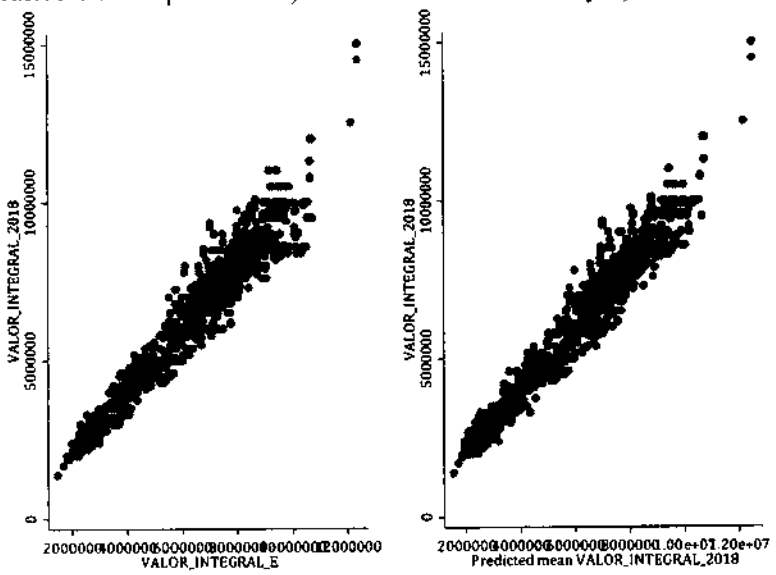


Gráfico 6.5. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo I



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Propuestas para el modelo 4

Tabla 6.7.

MODELO	DISTRIBUCIÓN	ENLACE	OPTIMIZACIÓN
a	normal	id	ml - irls
b	**normal**	**log**	**ml - irls**
c	normal inv.	id	ml
d	**normal inv.**	**log**	**ml**
e	normal inv.	id	irls
f	**normal inv.**	**log**	**irls**
g	normal inv.	pow -2	irls
h	poisson	id	ml - irls
i	**poisson**	**log**	**ml - irls**
j	gamma	id	ml
k	**gamma**	**log**	**ml**
l	gamma	pow -1	ml
m	gamma	id	irls
n	**gamma**	**log**	**irls**
o	gamma	pow -1	irls

Fuente: Elaboración propia

De los 15 modelos propuestos, 6 (señalados con color verde) presentan mejores indicadores bajo uno o ambos de los criterios de ECM y EAM. Es decir, tienen la capacidad de estimar con mayor precisión, en promedio, la variable de interés. El modelo con mejor indicador ECM es el B. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una normal, la cual, a partir de un análisis gráfico, no es plausible. El modelo con mejor indicador EAM es el I. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una Poisson, la cual, a partir de un análisis gráfico, es plausible.

Se realiza un análisis por percentiles para la estimación de cada uno de los 6 modelos. La primera fila (en verde) es la distribución de la variable de interés en diferentes secciones de la muestra (percentiles 1, 5, 25, 50, 75, 95 y 99). La segunda fila es la distribución de la estimación del modelo empleado actualmente por la UAECD. Las siguientes filas corresponden a las distribuciones de cada uno de los 6 modelos. Las casillas sombreadas corresponden a estimaciones mejores o muy similares respecto a la estimación del modelo de la UAECD en el percentil correspondiente. Las casillas sombreadas con el verde más oscuro corresponden a la mejor estimación entre todos los modelos presentes en la tabla en el percentil correspondiente.

Tabla 6.8.

stats	p1	p5	p25	p50	p75	p95	p99
VI	2300000	2950000	3800000	4800000	6450000	1.17e+07	1.50e+07
[redacted]	2407655	2904873	3862619	4720754	6383400	1.13e+07	1.48e+07
b	2419442	[redacted]	3852284	[redacted]	6299646	[redacted]	1.47e+07
d	2387455	2915083	3858737	4712729	6344519	1.13e+07	1.57e+07
f	2408537	2934059	3858374	4715771	6339060	1.13e+07	1.56e+07
i	2429949	[redacted]	3848262	4709795	6312367	[redacted]	[redacted]
k	2400660	2907522	[redacted]	4714136	6335776	1.13e+07	[redacted]
n	2400661	2907523	[redacted]	4714136	6335775	1.13e+07	[redacted]

Gráfico 6.6. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B

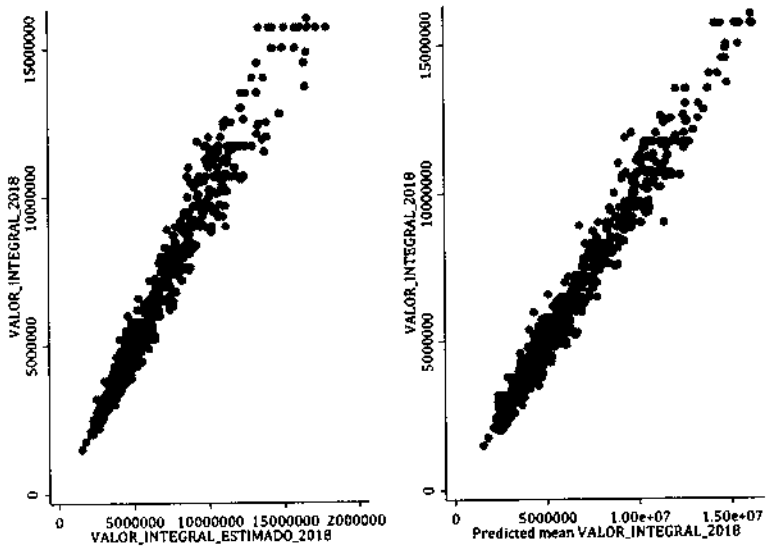
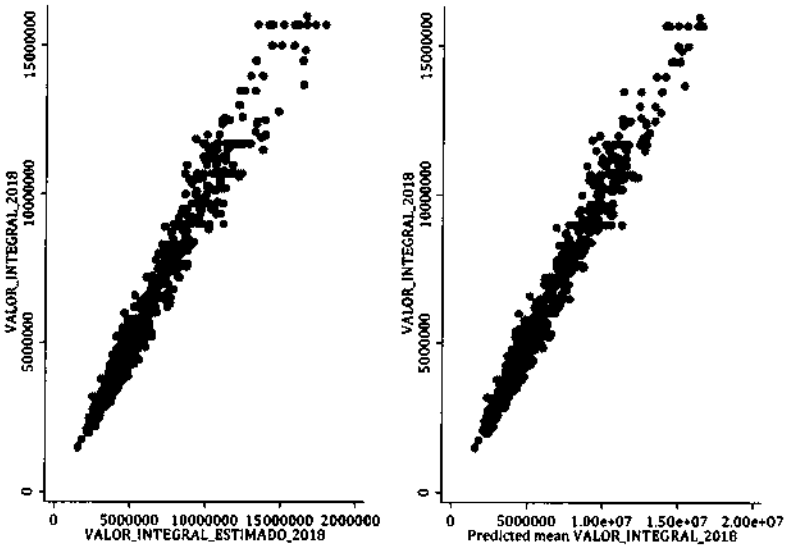


Gráfico 6.7. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo I



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Propuestas para el modelo 5

Tabla 6.9.

MODELO	DISTRIBUCIÓN	ENLACE	OPTIMIZACIÓN
a	normal	id	ml - irls
b	**normal**	**log**	**ml - irls**
c	normal inv.	id	ml
d	**normal inv.**	**log**	**ml**
e	normal inv.	pow -2	ml
f	normal inv.	id	irls
g	**normal inv.**	**log**	**irls**
h	normal inv.	pow -2	irls
i	poisson	id	ml - irls
j	**poisson**	**log**	**ml - irls**
k	gamma	id	ml
l	**gamma**	**log**	**ml**
m	**gamma**	**pow -1**	**ml**
n	gamma	id	irls
o	**gamma**	**log**	**irls**
p	**gamma**	**pow -1**	**irls**

Fuente: Elaboración propia

De los 16 modelos propuestos, 8 (señalados con color verde) presentan mejores indicadores bajo uno o ambos de los criterios de ECM y EAM. Es decir, tienen la capacidad de estimar con mayor precisión, en promedio, la variable de interés. El modelo con mejor indicador ECM es el B. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una normal, la cual, a partir de un análisis gráfico, no es plausible. Los modelos con mejor indicador EAM son el M y el P. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una Poisson, la cual, a partir de un análisis gráfico, no es plausible. El análisis gráfico de la variable de interés revela que su comportamiento no se asemeja a una distribución de la familia exponencial (requerimiento de la metodología aplicada de MLG), por lo que más allá de encontrar una distribución apropiada se busca seleccionar los supuestos que permitan una mejor estimación.

Se realiza un análisis por percentiles para la estimación de cada uno de los 8 modelos. La primera fila (en verde) es la distribución de la variable de interés en diferentes secciones de la muestra (percentiles 1, 5, 25, 50, 75, 95 y 99). La segunda fila es la distribución de la estimación del modelo empleado actualmente por la UAECD. Las siguientes filas corresponden a las distribuciones de cada uno de los 8 modelos. Las casillas sombreadas corresponden a estimaciones mejores o muy similares respecto a la estimación del modelo de la UAECD en el percentil correspondiente. Las casillas sombreadas con el verde más oscuro corresponden a la mejor estimación entre todos los modelos presentes en la tabla en el percentil correspondiente.

Tabla 6.10.

stats	p1	p5	p25	p50	p75	p95	p99
VI	1800000	2450000	2800000	2850000	3350000	4300000	5350000
	1847059	2426545	2782473	2936108	3428834	4311603	5147630
b		2397264	2772694	2954629	3421747	4279086	
d	1846986	2426546			3428920		5150041
g	1850559		2782002	2933429	3429830	4313007	5141342
j		2407969	2775858	2944079	3424960	4312336	5262518
l	1851360	2422941	2779701	2944480	3427161	4314059	5203094
m	1916371	2408997	2779864			4317266	5309348
o	1851362	2422941	2779701	2944480	3427161	4314057	5203087
p	1916368	2409000	2779864			4317263	5309198

Gráfico 6.8. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B

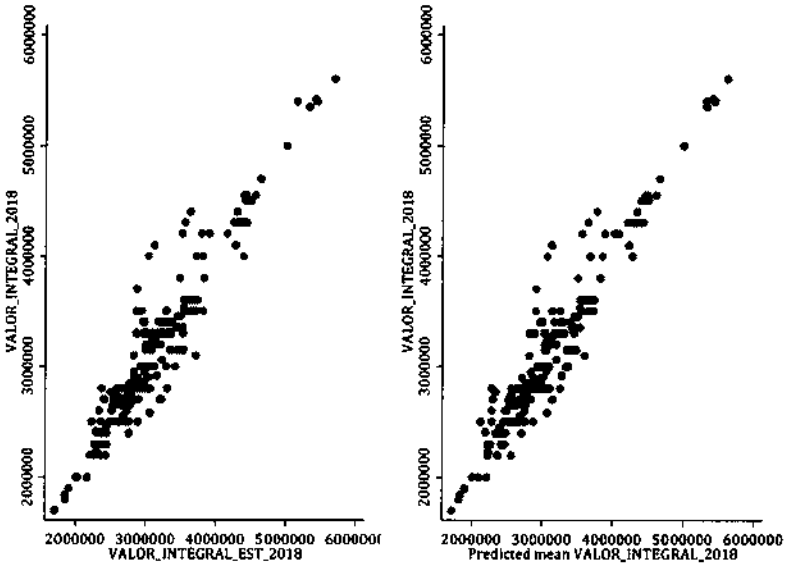


Gráfico 6.9. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo M

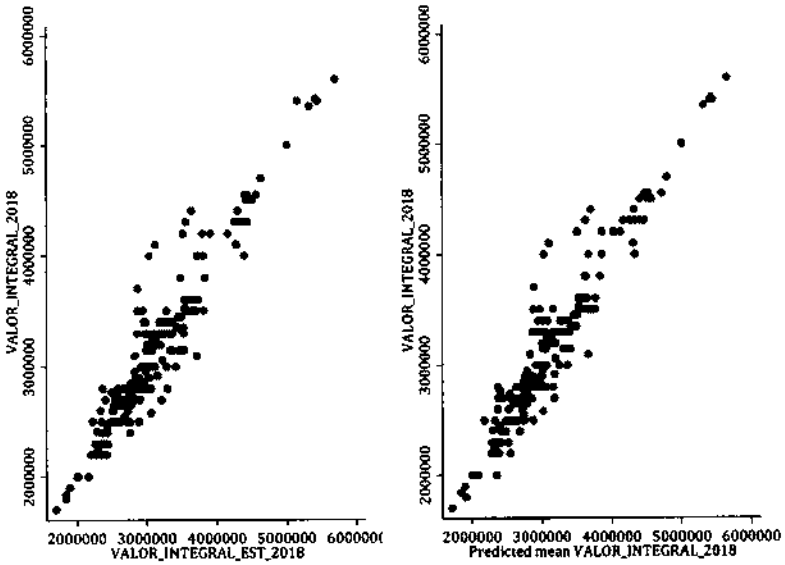
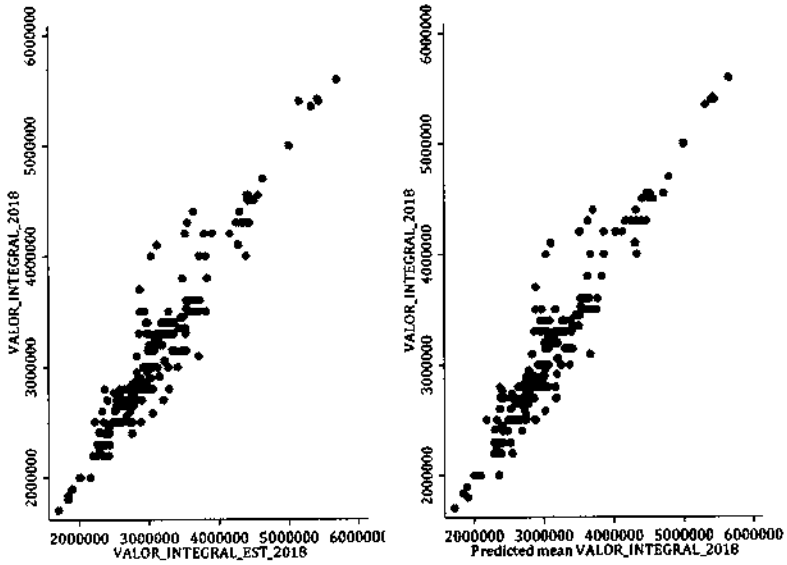


Gráfico 6.10. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo P



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Propuestas para el modelo 6

Tabla 6.11.

MODELO	DISTRIBUCIÓN	ENLACE	OPTIMIZACIÓN
a	normal	id	ml - irls
b	**normal**	**log**	**ml - irls**
c	normal inv.	id	ml
d	**normal inv.**	**log**	**ml**
e	normal inv.	id	irls
f	**normal inv.**	**log**	**irls**
g	normal inv.	pow -2	irls
h	poisson	id	ml - irls
i	**poisson**	**log**	**ml - irls**
j	gamma	id	ml
k	**gamma**	**log**	**ml**
l	gamma	pow -1	ml
m	gamma	id	irls
n	**gamma**	**log**	**irls**
o	gamma	pow -1	irls

Fuente: Elaboración propia

De los 15 modelos propuestos, 6 (señalados con color verde) presentan mejores indicadores bajo uno o ambos de los criterios de ECM y EAM. Es decir, tienen la capacidad de estimar con mayor precisión, en promedio, la variable de interés. El modelo con mejor indicador ECM es el B. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una normal, la cual, a partir de un análisis gráfico, no es plausible. El modelo con mejor indicador EAM es el I. La función de enlace es la logarítmica, mientras que la distribución asumida es una Poisson, la cual, a partir de un análisis gráfico, es plausible.

Se realiza un análisis por percentiles para la estimación de cada uno de los 6 modelos. La primera fila (en verde) es la distribución de la variable de interés en diferentes secciones de la muestra (percentiles 1, 5, 25, 50, 75, 95 y 99). La segunda fila es la distribución de la estimación del modelo empleado actualmente por la UAECD. Las siguientes filas corresponden a las distribuciones de cada uno de los 6 modelos. Las casillas sombreadas corresponden a estimaciones mejores o muy similares respecto a la estimación del modelo de la UAECD en el percentil correspondiente. Las casillas sombreadas con el verde más oscuro corresponden a la mejor estimación entre todos los modelos presentes en la tabla en el percentil correspondiente.

Tabla 6.12.

stats	p1	p5	p25	p50	p75	p95	p99
VI	800000	1200000	1600000	2160000	3300000	5200000	7100000
[redacted]	871376	1208933	1619873	2174889	3283361	5182814	6990589
b	886524	1233507	1607106	2187050	3280465	5176113	6713503
d	878487	1211350	1612366	2175406	3287464	5185829	6985171
f	880367	1211534	1611275	2175409	3287349	[redacted]	6983613
i	900360	1229962	[redacted]	2191931	[redacted]	5080276	6729721
k	908449	1218856	1614140	2186313	[redacted]	5144709	6870737
n	908449	1218856	1614140	2186313	[redacted]	5144708	6870736

Gráfico 6.11. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B

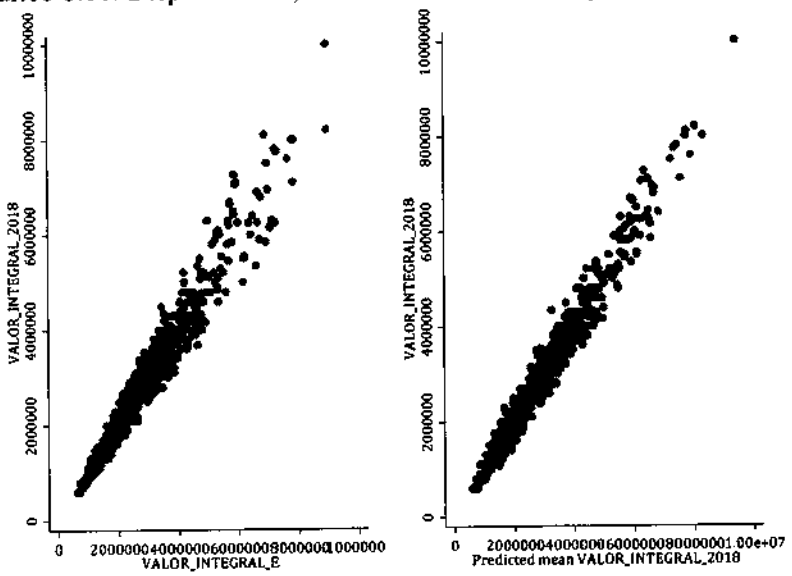
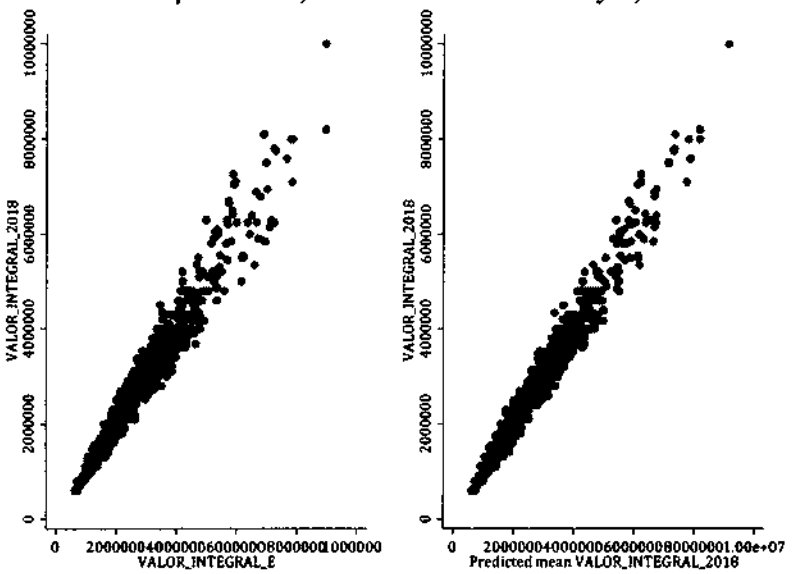


Gráfico 6.12. Dispersiones i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo I



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Situaciones evidenciadas

Dado que en ninguno de los casos se validó el supuesto de distribución lognormal bajo el cual se estiman los diferentes modelos, este se flexibiliza. Además, se flexibiliza la función de enlace y el método de optimización. Dichas flexibilizaciones permitieron plantear entre 15 y 16 modelos diferentes para cada uno de los 6 modelos, de tal forma que se encontraran modelos diferentes con mejor capacidad de predicción. Para cada modelo (del 1 al 6) se encontraron 12, 7, 6, 6, 8 y 6 modelos con mejores indicadores de ECM y/o EAM, respectivamente. A partir de un análisis por percentiles se determina que diferentes modelos pueden hacer ajustes más precisos de la información en diferentes secciones de la muestra a la vez que presentan mejores indicadores de ECM y/o EAM y que se mantengan supuestos plausibles y similares a los de la estimación original (los modelos usados por la UAECD).

Recomendaciones

Debido a que no se validó el supuesto sobre la distribución (asumida lognormal para las seis tipologías) para ninguno de los seis modelos, se sugiere flexibilizar los supuestos en cuanto a las distribuciones de la variable de interés, a las funciones de enlace y a los métodos de optimización. Al flexibilizar los supuestos se encuentra que diferentes modelos son capaces de efectuar las estimaciones con mayor precisión (según los indicadores ECM y EAM). Además, se encuentra que diferentes especificaciones son más precisas en diferentes secciones de la muestra.

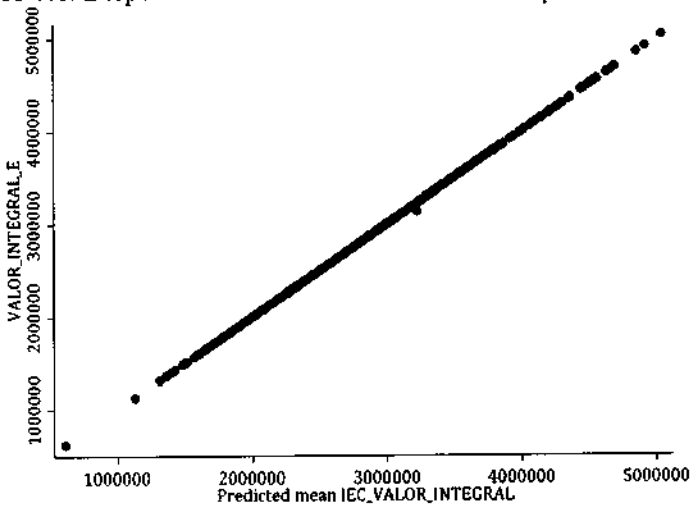
7. Propuesta sobre niveles de estratificación en los modelos 1, 2 y 6

Modelo 1

El modelo 1 está compuesto por predios residenciales en estratos 1, 2 y 3. Para poder analizar más niveles de estratificación se divide este modelo en dos grupos. Uno compuesto por los estratos 1 y 2 (se incluyen ambos debido a que únicamente se cuenta con 14 predios en estrato 1 y esto no permite que el modelo converja) y otro compuesto por el estrato 3.

Para estratos 1 y 2, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM, tanto respecto al modelo empleado actualmente para toda la tipología como respecto al modelo empleado actualmente para la tipología incluyendo solo estratos 1 y 2. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.1-).

Gráfico 7.1. Dispersión modelo UAECD-modelo D para el modelo 1



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Tabla 7.1. Comparación con el modelo general

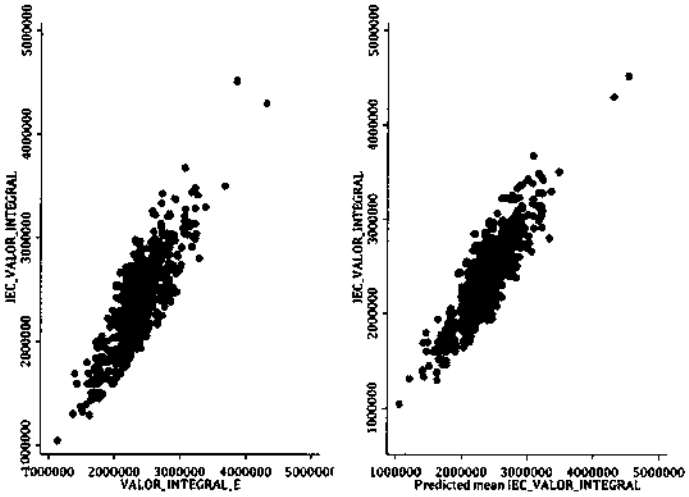
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean	7.99e+10		4.99e+10	224959,2		180529,5

Tabla 7.2. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	5.72e+10		4.99e+10	193902,2		180529,5

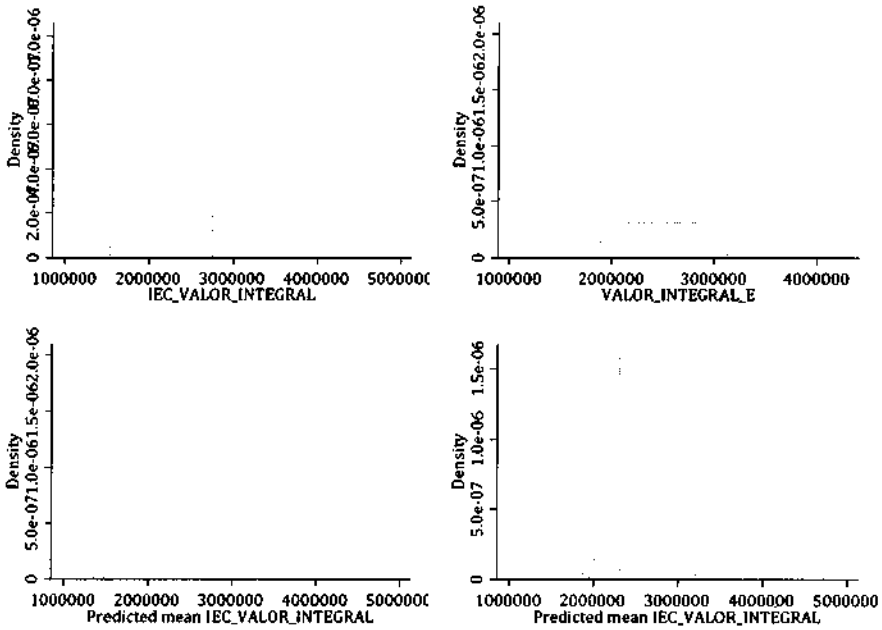
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.2. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.3.



Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Para estrato 3, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM, tanto respecto al modelo empleado actualmente para toda la tipología como respecto al modelo empleado actualmente para la tipología incluyendo solo estrato 3. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.3-).

Tabla 7.3. Comparación con el modelo general

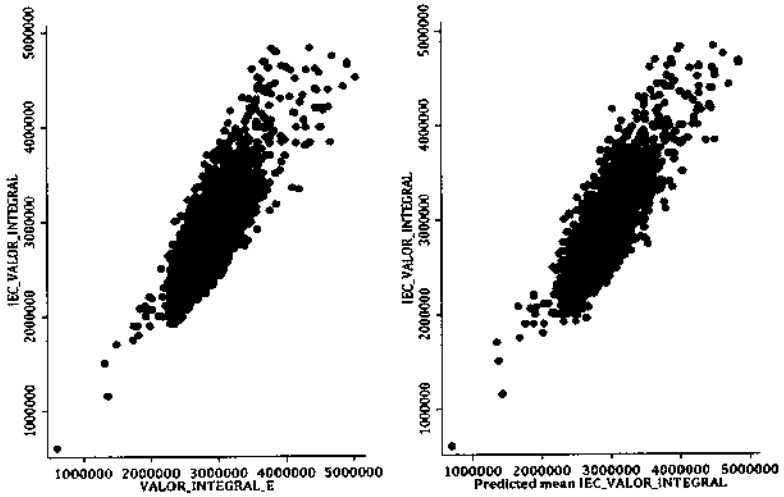
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean		8.22e+10	8.38e+10		227512	229231,2

Tabla 7.4. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	8.85e+10		8.38e+10	236771,3		229231,2

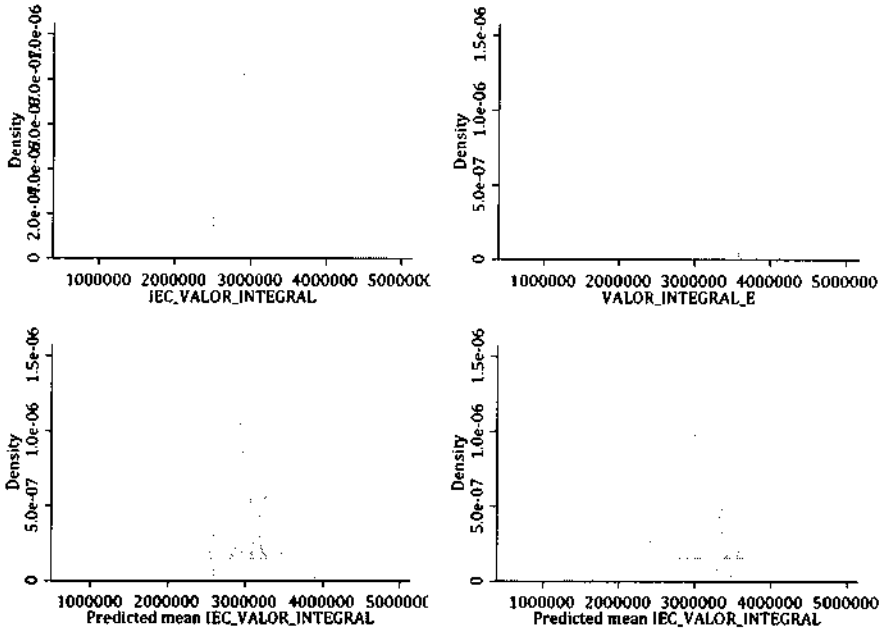
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.4. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.5.



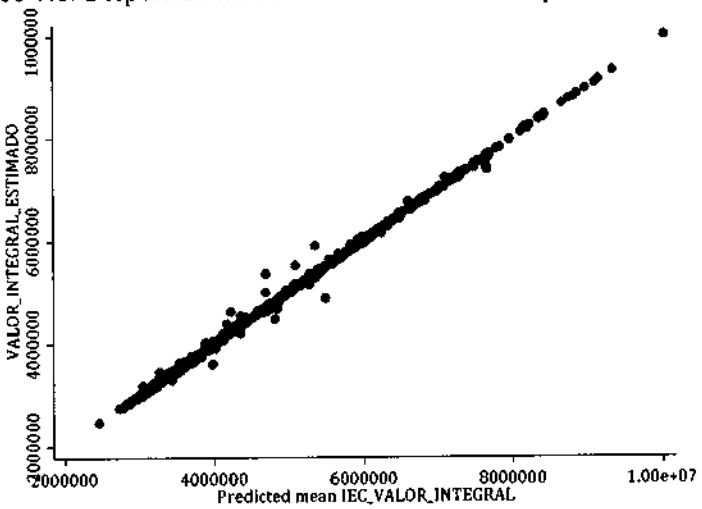
Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Modelo 2

El modelo 2 está compuesto por predios residenciales en estratos 4, 5 y 6. Para poder analizar más niveles de estratificación se divide este modelo en tres grupos. Cada grupo está compuesto por los predios de cada estrato.

Para estrato 4, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM, tanto respecto al modelo empleado actualmente para toda la tipología como respecto al modelo empleado actualmente para la tipología incluyendo solo estrato 4. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.6-).

Gráfico 7.6. Dispersión modelo UAECD-modelo D para el modelo 2



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Tabla 7.5. Comparación con el modelo general

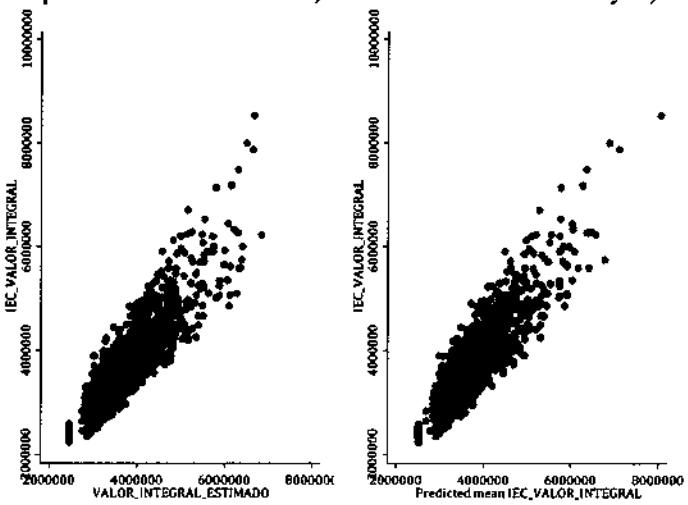
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean	2.70e+11		1.77e+11	406019,8		330590,9

Tabla 7.6. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	1.87e+11		1.77e+11	340466,1		330590,9

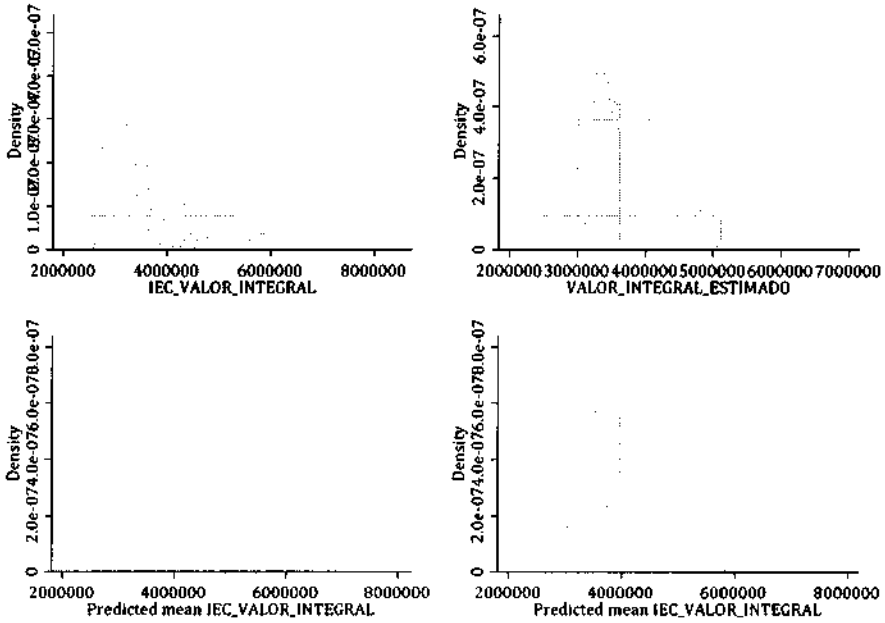
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.7. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.8.



Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Para estrato 5, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM, tanto respecto al modelo empleado actualmente (no en el caso del EAM para el modelo D) para toda la tipología como respecto al modelo empleado actualmente para la tipología incluyendo solo estrato 5. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.6-).

Tabla 7.7. Comparación con el modelo general

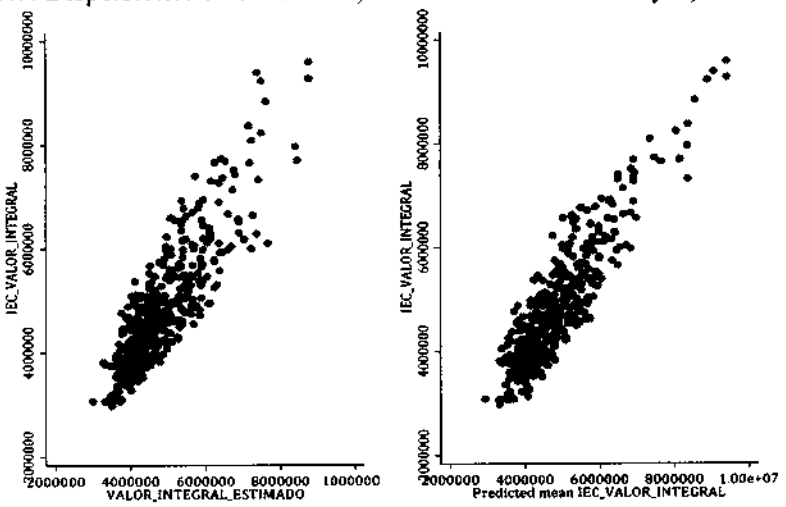
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean	2.70e+11		2.68e+11	406019,8		412171,3

Tabla 7.8. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	3.62e+11		2.68e+11	487945,1		412171,3

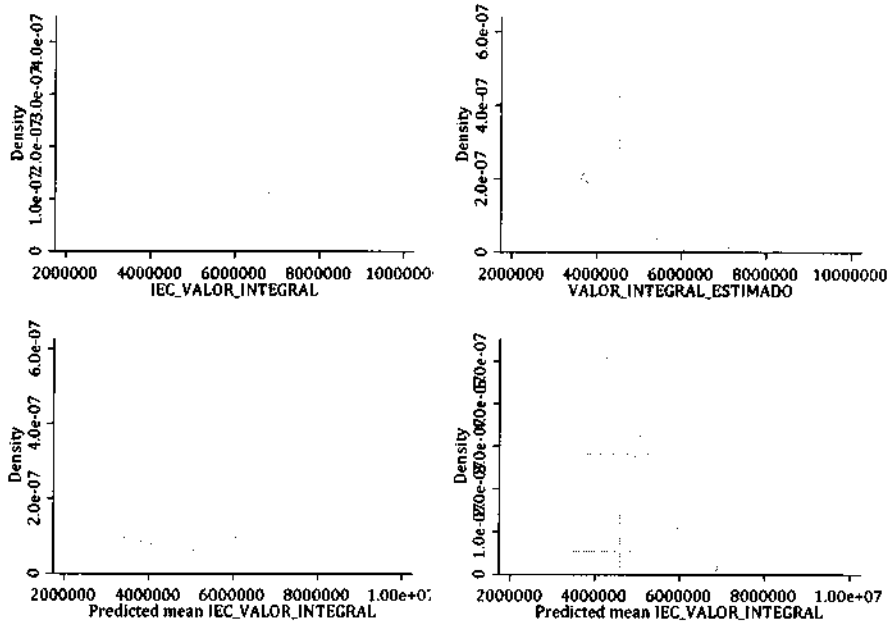
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.9. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.10.



Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Para estrato 6, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM únicamente respecto al modelo empleado actualmente para la tipología si solo se incluye el estrato 6. Esto se da debido a que al incluir los estratos 4 y 5 el error en promedio se reduce debido a los menores valores de la variable de interés de dichos estratos. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.6-).

Tabla 7.9. Comparación con el modelo general

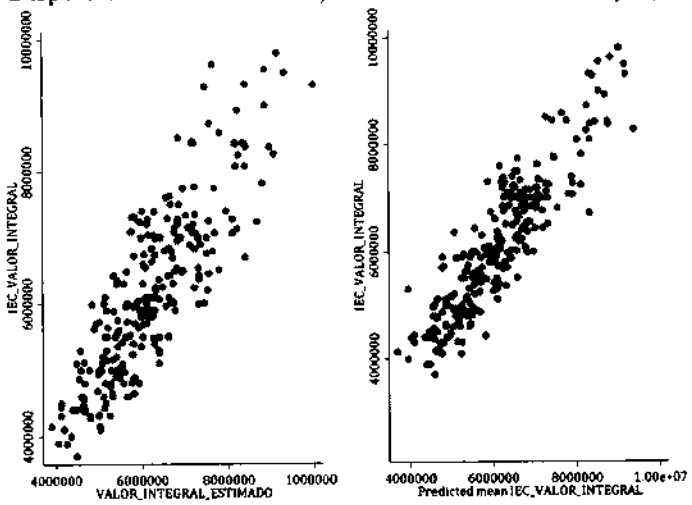
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean		3.14e+11	3.39e+11		444017	458095,9

Tabla 7.10. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	4.50e+11		3.39e+11	532276,6		458095,9

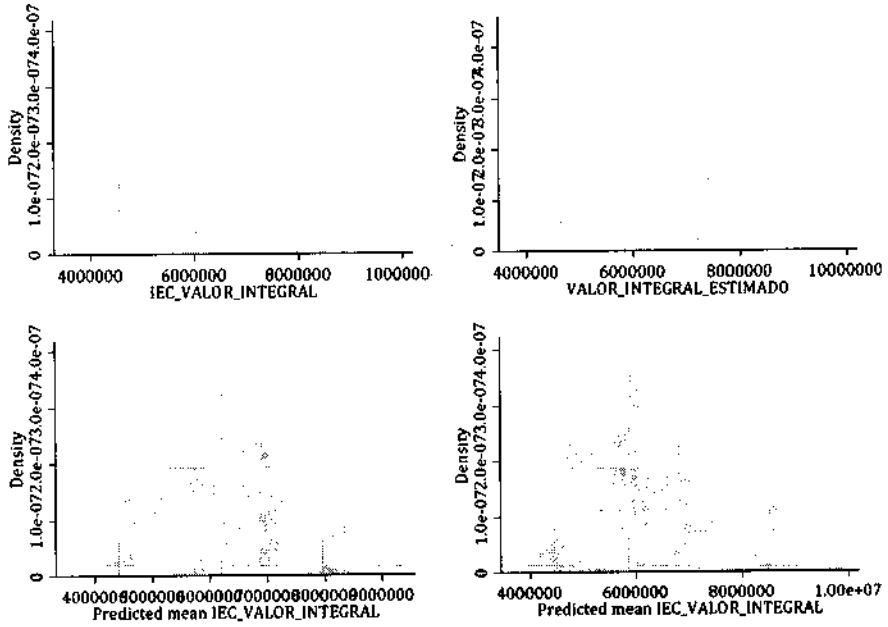
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.11. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.12.



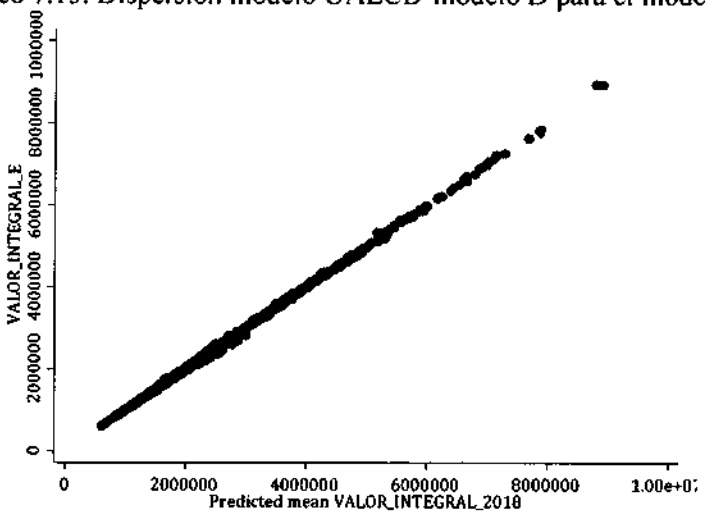
Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Modelo 6

El modelo 6 está compuesto por predios residenciales bifamiliares en estratos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Para poder analizar más niveles de estratificación se divide este modelo en cuatro grupos. Uno compuesto por los estratos 1 y 2, otro compuesto por el estrato 3, otro compuesto por el estrato 4 y otro compuesto por los estratos 5 y 6. Las uniones de los estratos 1 y 2 y de los estratos 5 y 6 se efectúan debido al menor tamaño de muestra de estos predios en estratos 1 y 6, por lo que se agregan con los estratos más similares.

Para estratos 1 y 2, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM, tanto respecto al modelo empleado actualmente para toda la tipología como respecto al modelo empleado actualmente para la tipología incluyendo solo estratos 1 y 2. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.13-).

Gráfico 7.13. Dispersión modelo UAECD-modelo D para el modelo 6



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Tabla 7.11. Comparación con el modelo general

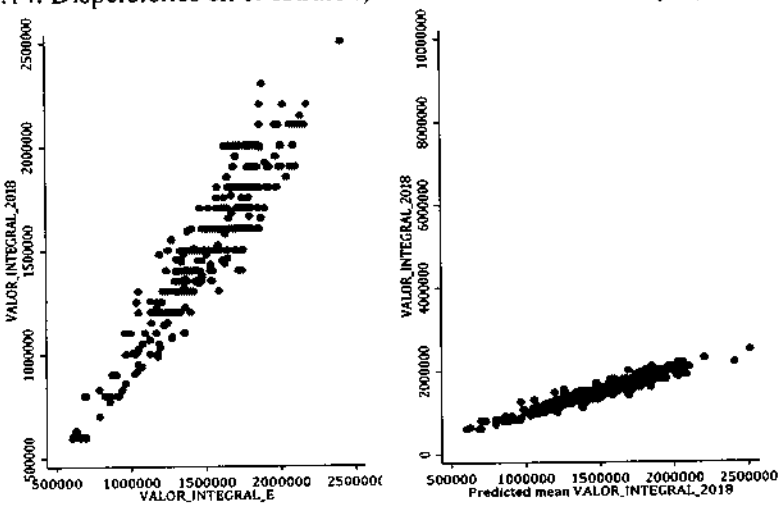
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean	7.19e+10		8.75e+09	179444,2		69885,09

Tabla 7.12. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	1.32e+10		8.75e+09	87053,85		69885,09

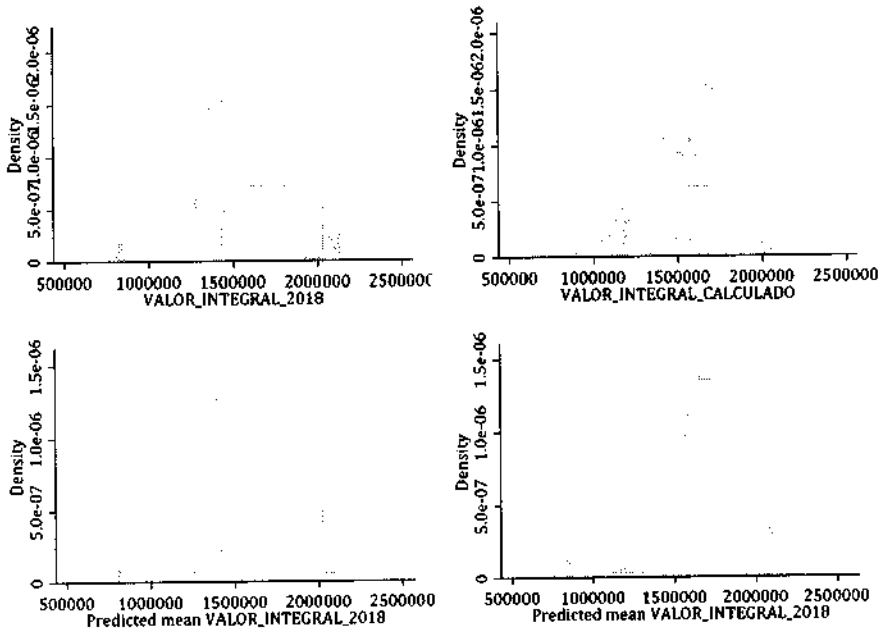
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.14. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.15.



Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Para estrato 3, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM, tanto respecto al modelo empleado actualmente para toda la tipología como respecto al modelo empleado actualmente para la tipología incluyendo solo estrato 3. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.13-).

Taba 7.13. Comparación con el modelo general

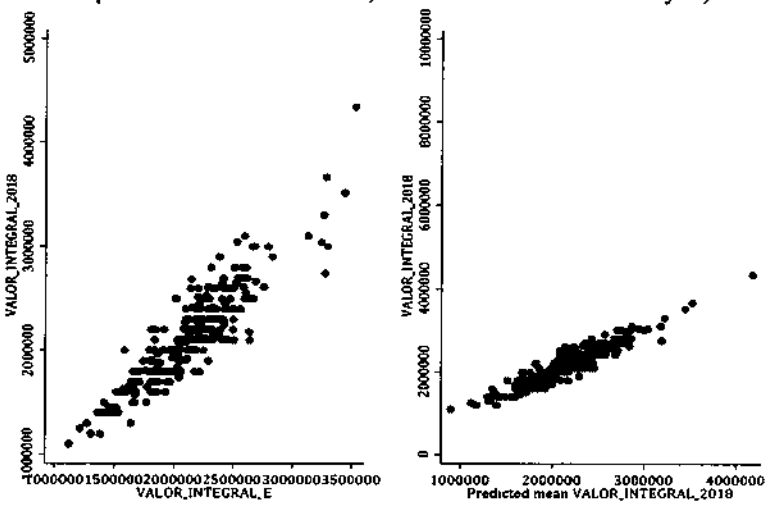
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean	7.19e+10		2.75e+10	179444,2		125438

Tabla 7.14. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	4.08e+10		2.75e+10	154225,3		125438

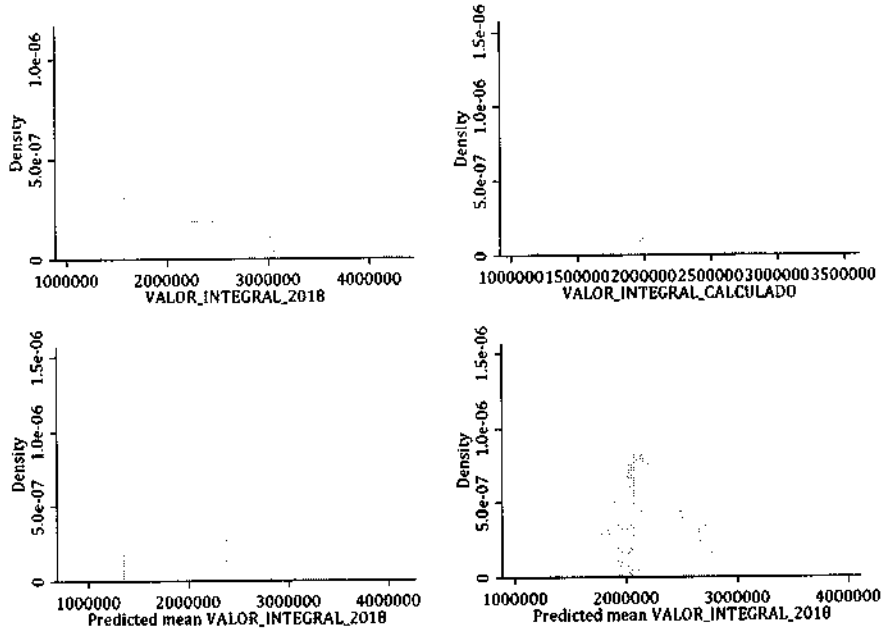
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.16. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.17.



Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Para estrato 4, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM, tanto respecto al modelo empleado actualmente para toda la tipología como respecto al modelo empleado actualmente para la tipología incluyendo solo estrato 4. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.13-).

Tabla 7.15. Comparación con el modelo general

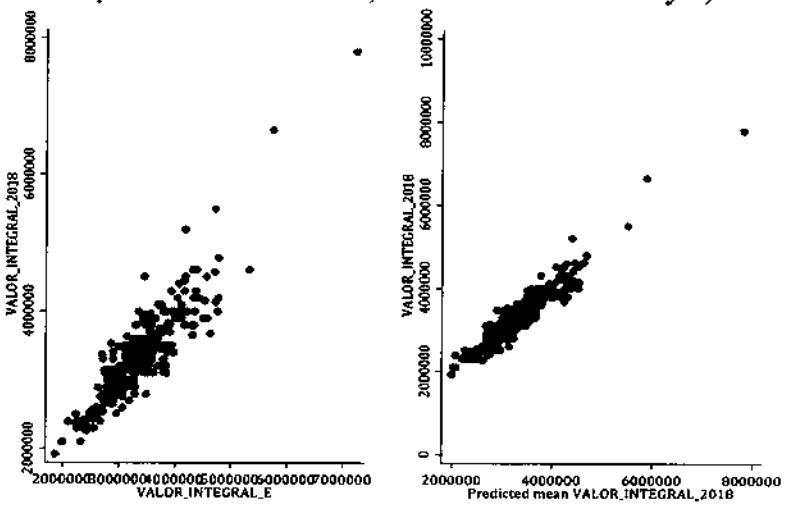
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean	7.19e+10		4.82e+10	179444,2		161593,1

Tabla 7.16. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	9.22e+10		4.82e+10	228344,5		161593,1

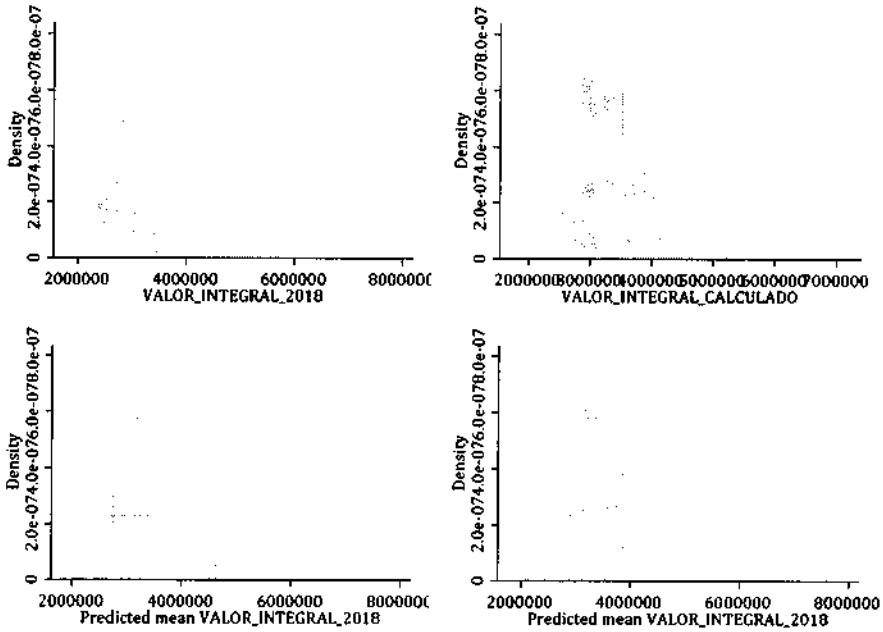
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.18. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.19.



Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Para estratos 5 y 6, los modelos B y D presentan mejores indicadores ECM y EAM únicamente respecto al modelo empleado actualmente para la tipología si solo se incluyen los estratos 5 y 6. Esto se da debido a que al incluir los estratos 1, 2, 3 y 4 el error en promedio se reduce debido a los menores valores de la variable de interés de dichos estratos. En particular, el modelo B presenta mejores indicadores que el D (este último se emplea como modelo aproximado, pues es el modelo más similar al empleado actualmente por la UAECD -gráfico 7.13-).

Tabla 7.17. Comparación con el modelo general

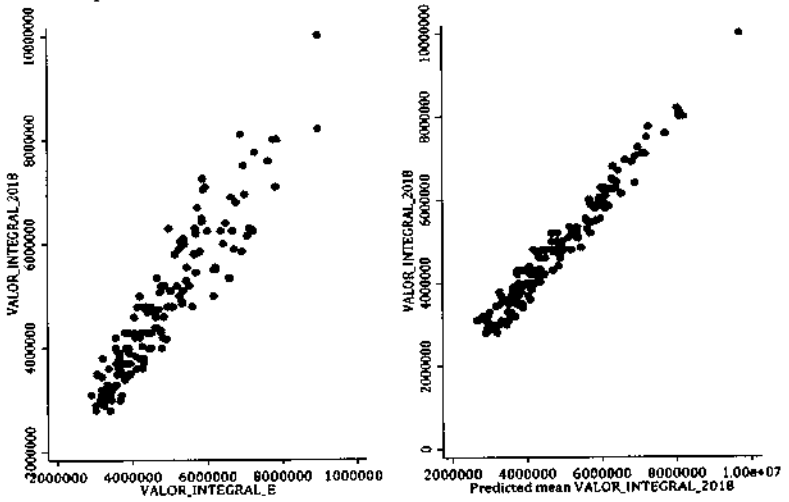
stats	EC Cat.	EC B	EC D	EA Cat.	EA B	EA D
mean	7.19e+10		8.60e+10		210137,7	219143,9

Tabla 7.18. Comparación con el modelo filtrado en el estrato

stats	EC Cat. E	EC B	EC D	EA Cat. E	EA B	EA D
mean	2.63e+11		8.60e+10	407226,5		219143,9

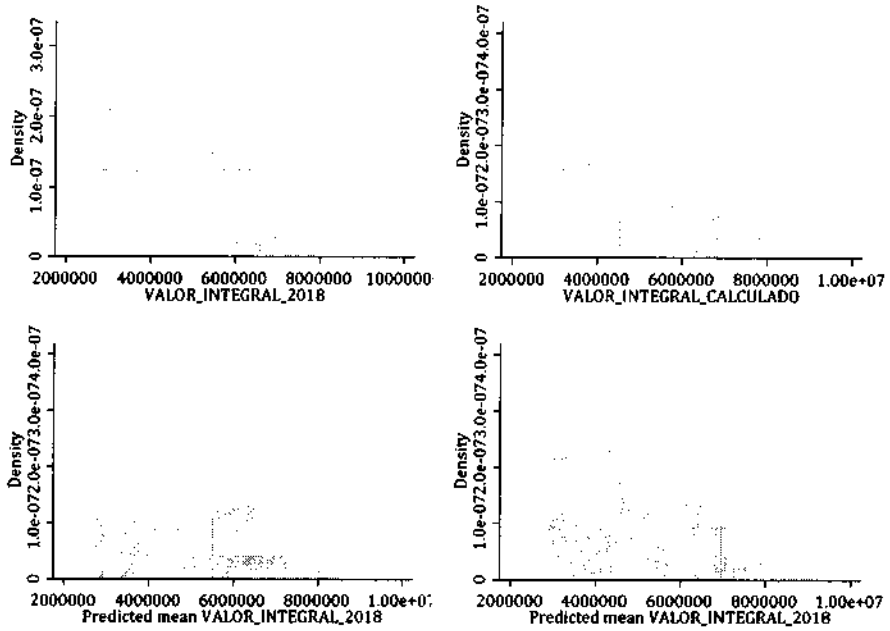
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.20. Dispersiones en el estrato i) VI-estimación UAECD y ii) VI-modelo B



Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Gráfico 7.21.



Distribuciones i) original filtrada, ii) modelo filtrado Catastro, iii) modelo B y iv) modelo D
Fuente: Elaboración propia en Stata con datos de la UAECD

Situaciones evidenciadas

Los modelos de predios residenciales (1, 2 y 6) son estimados a partir de una agregación de estratos similares o de usos similares. Así, el modelo 1 agrega a los estratos 1, 2 y 3, el modelo 2 agrega los estratos 4, 5 y 6 y el modelo 6 agrega a todos los estratos si el uso del predio es residencial bifamiliar. Sin embargo, al aumentar los estratos a partir de la información disponible se encuentra que se pueden lograr estimaciones más precisas. Así, haciendo el uso mejor uso posible de la información disponible, se encuentra que establecer más estratos para contar con información más homogénea permite reducir los errores de estimación respecto a los modelos empleados actualmente. En particular, el modelo 1 se divide en dos estratos muestrales (estratos 1 y 2 y estrato 3 el modelo 2 en tres estratos muestrales (estrato 4, estrato 5 y estrato 6) y el modelo 6 en cuatro estratos muestrales (estratos 1 y 2, estrato 3, estrato 4 y estrato 5 y 6). Estos nuevos estratos muestrales permitieron reducir el error de estimación. Así mismo, se encuentra que el modelo B logra una mejor estimación que el modelo D para los nuevos estratos, el cual es el más similar al modelo empleado en le UAECD.

Recomendaciones

Siguiendo la metodología de estratificación, se sugiere aumentar el número de estratos muestrales. Los estratos son sugeridos para los modelos 1, 2 y 6, es decir los de predios de uso residencial. Los estratos propuestos son divisiones de las muestras basadas en la estratificación socioeconómica. Los nuevos estratos propuestos en el documento permiten que los modelos

logren estimaciones más precisas y eficientes. Así mismo, se reducen los posibles sesgos generados por la agrupación de predios que podrían presentar diferencias relevantes para las estimaciones y los errores de estimación de los modelos.

RESUMEN DE SITUACIONES EVIDENCIADAS

Diseño muestral

El proceso para la selección de los puntos muestrales que se emplean en la estimación de los modelos cuenta con diferentes etapas. Primero, dado un universo (todos los predios de Bogotá) y un marco muestral (los predios que se avalúan con los modelos econométricos), se encuentra el tamaño óptimo de la muestra para la estimación de cada modelo. Posteriormente, a estos tamaños muestrales se incluyen, obedeciendo a la reglamentación, más predios para garantizar la presencia de al menos un predio por zona homogénea física (ZHF). Finalmente, sin explicación evidente en el informe Metodología para la Selección de los Puntos Muestra Vigencia 2018, se incluyen más predios en las estimaciones. Así, las muestras resultan en tamaños superiores que no obedecen a los tamaños estimados con los criterios estadísticos. Por otra parte, en algunos casos los datos sobre los tamaños muestrales no son consistentes entre el informe *Metodología para la Selección de los Puntos Muestra Vigencia 2018*, el informe *Estimación del Valor Unitario y Valor Integral de los Predios de la Ciudad de Bogotá Vigencia 2018* y las bases de datos provistas para el análisis.

Estratos socioeconómicos

Se encuentra que en el modelo 1, es posible que este se esté estimando con una subrepresentación de predios en estrato 1.

Variable de interés

La variable de interés corresponde al valor integral. Esta variable exhibe un comportamiento diferente para cada tipología, lo cual es consistente con la estratificación del marco muestral en estas seis tipologías. En primer lugar, porque la estimación asume una distribución determinada para la variable de interés, por lo que las diferencias en el comportamiento de la variable de interés deben ser respondidas con diferentes estimaciones. Por otra parte, la estratificación se efectúa para obtener estimaciones más eficientes y con intervalos de confianza más pequeños (mayor certeza), por lo que la mayor homogeneidad dentro de las tipologías contribuye a estimaciones más eficientes y de mayor certeza.

Variables explicativas

La selección de variables que construyen el modelo se efectúa a través del proceso iterativo stepwise. El objetivo de este procedimiento es encontrar el modelo con el menor número de variables posibles y que contenga la mayor cantidad de información. Para los seis modelos analizados, este proceso se traduce en la elección de las variables que cuentan con mayor poder explicativo y predictivo a partir de un gran conjunto de información disponible en un gran número de variables.

Modelos por tipología

Modelo 1

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 224959 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 2

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 406019 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 3

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 374702 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 4

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 345272 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los

errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 5

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 104269 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte más alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Modelo 6

En promedio, el valor absoluto del error de predicción es de 179444 pesos. Además, el análisis por percentiles muestra que las desviaciones de la estimación tienden a ser mayores en la parte baja de la distribución y en la parte alta de la distribución. Un análisis gráfico de los histogramas de la variable de interés y de la estimación permite observar un comportamiento plausiblemente similar con ciertas diferencias en diferentes secciones de la distribución, en particular en la sección de mayor concentración de datos. Se determinó que no existe evidencia estadística que valide el supuesto de que la variable de interés tiene una distribución lognormal, bajo el cual se efectúa la estimación. Un análisis gráfico no permite establecer que los errores del modelo tengan una distribución normal, pero revelan que no existe un sesgo acentuado y que estos errores están concentrados alrededor de 0.

Propuestas sobre metodología MLG

Dado que en ninguno de los casos se validó el supuesto de distribución lognormal bajo el cual se estiman los diferentes modelos, este se flexibiliza. Además, se flexibiliza la función de enlace y el método de optimización. Dichas flexibilizaciones permitieron plantear entre 15 y 16 modelos diferentes para cada uno de los 6 modelos, de tal forma que se encontraran modelos diferentes con mejor capacidad de predicción. Para cada modelo (del 1 al 6) se encontraron 12, 7, 6, 6, 8 y 6 modelos con mejores indicadores de ECM y/o EAM, respectivamente. A partir de un análisis por percentiles se determina que diferentes modelos pueden hacer ajustes más precisos de la información en diferentes secciones de la muestra a la vez que presentan mejores indicadores de ECM y/o EAM y que se mantengan supuestos plausibles y similares a los de la estimación original (los modelos usados por la UAECD).

Propuestas sobre niveles de estratificación

Los modelos de predios residenciales (1, 2 y 6) son estimados a partir de una agregación de estratos similares o de usos similares. Así, el modelo 1 agrega a los estratos 1, 2 y 3, el modelo 2 agrega los estratos 4, 5 y 6 y el modelo 6 agrega a todos los estratos si el uso del predio es residencial bifamiliar. Sin embargo, al aumentar los estratos a partir de la información disponible se encuentra que se pueden lograr estimaciones más precisas. Así, haciendo el uso mejor uso posible de la información disponible, se encuentra que establecer más estratos para contar con información más homogénea permite reducir los errores de estimación respecto a los modelos empleados actualmente. En particular, el modelo 1 se divide en dos

estratos muestrales (estratos 1 y 2 y estrato 3 el modelo 2 en tres estratos muestrales (estrato 4, estrato 5 y estrato 6) y el modelo 6 en cuatro estratos muestrales (estratos 1 y 2, estrato 3, estrato 4 y estrato 5 y 6). Estos nuevos estratos muestrales permitieron reducir el error de estimación. Así mismo, se encuentra que el modelo B logra una mejor estimación que el modelo D para los nuevos estratos, el cual es el más similar al modelo empleado en le UAECD.

RESUMEN DE RECOMENDACIONES

Diseño muestral

Exponer en los documentos relacionados con el diseño muestral y la estimación de los modelos con detalle y consistencia las etapas de la selección de la muestra. En primer lugar y siguiendo los criterios estadísticos, calcular los tamaños muestrales óptimos según los estratos muestrales que se seleccionen en los respectivos marcos muestrales. A continuación, efectuar las inclusiones forzosas de predios por las reglamentaciones establecidas. Es de añadir que cualquier inclusión o exclusión de puntos muestrales debe ser justificada y expuesta de acuerdo con los criterios estadísticos respectivos. Posiblemente el factor más importante para tener en cuenta sea garantizar que la muestra sea representativa de todo el marco muestral y, en consecuencia, que la variable de interés cuente con la misma distribución que en el marco muestral. Todo el proceso de muestreo, inclusiones y exclusiones que conduce a la muestra empleada para las estimaciones debe ser detallado, claro y consistente en la documentación que expone los procedimientos.

Estratos socioeconómicos

A partir de los análisis expuestos, se sugiere aumentar la muestra de los predios de estrato 1 dentro del modelo 1 (estratos 1, 2 y 3) puesto que, aunque su menor representación parece obedecer a una menor proporción de este estrato en este tipo de predios, el análisis sugiere que la dispersión de la variable de interés en este estrato es menor en la muestra que en el marco muestral, por lo que es posible que se esté incurriendo en una subrepresentación del estrato 1.

Propuestas sobre metodología MLG

Debido a que no se validó el supuesto sobre la distribución (asumida lognormal para las seis tipologías) para ninguno de los seis modelos, se sugiere flexibilizar los supuestos en cuanto a las distribuciones de la variable de interés, a las funciones de enlace y a los métodos de optimización. Al flexibilizar los supuestos se encuentra que diferentes modelos son capaces de efectuar las estimaciones con mayor precisión (según los indicadores ECM y EAM). Además, se encuentra que diferentes especificaciones son más precisas en diferentes secciones de la muestra.

Propuestas sobre niveles de estratificación

Siguiendo la metodología de estratificación, se sugiere aumentar el número de estratos muestrales. Los estratos son sugeridos para los modelos 1, 2 y 6, es decir los de predios de uso residencial. Los estratos propuestos son divisiones de las muestras basadas en la estratificación socioeconómica. Los nuevos estratos propuestos en el documento permiten que los modelos logren estimaciones más precisas y eficientes. Así mismo, se reducen los posibles sesgos generados por la agrupación de predios que podrían presentar diferencias relevantes para las estimaciones y los errores de estimación de los modelos.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
HACIENDA
Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital

INFORME DE EVALUACIÓN Y/O AUDITORÍA DE GESTIÓN DE CONTROL INTERNO

CONCLUSIONES

El análisis, la comparación y la revisión de los seis modelos econométricos empleados para los avalúos de la vigencia 2018 permiten hacer diferentes planteamientos sobre las diferentes etapas de la construcción de los modelos.

Por una parte, se encuentra que diferentes aplicaciones de la metodología MLG permiten obtener estimaciones que se comportan de forma similar a la información disponible del mercado inmobiliario de la ciudad. En este sentido, constituye una herramienta útil y aplicable para ejecutar los avalúos. Además, el proceso de selección de variables explicativas es adecuado en el sentido en que, a través de un proceso iterativo, se seleccionan las variables que tienen mayor capacidad predictiva y explicativa para el modelo.

Por otro lado, se encuentra que la metodología MLG bajo los supuestos planteados por la UAECD puede ser mejorada flexibilizando los supuestos para llevar a cabo las estimaciones. De acuerdo con lo sugerido, estas flexibilizaciones deben permitir alcanzar mejores indicadores ECM y EAM, además de mejorar la distribución de la estimación en los diferentes percentiles de la variable de interés. Así mismo, aumentar los estratos muestrales permite alcanzar estimaciones más precisas y reducir los sesgos que se puedan presentar por la agregación de información.

JOHNY GENDER NAVAS FLORES
Jefe Oficina de Control Interno

ELABORÓ Y VERIFICÓ

SERGIO ALEJANDRO QUIROGA OSPINA
Practicante Oficina de Control Interno
Verificó: Natalia Rodríguez