



Documento de Trabajo No. 2010-06

[Working Paper]

Selección de Contribuyentes Especiales: evaluación de Impacto mediante Regresión Discontinua

por

Nicolás Oliva

Centro de Estudios Fiscales - SRI [noliva@sri.gob.ec]

Gabriela Aparicio

Universidad George Washington

Autorizado por:

Mauro Andino

Noviembre 2010

La serie Documentos de Trabajo del Centro de Estudios Fiscales tiene por objeto difundir investigaciones sobre temas fiscales, tributarios y de teoría y política económica en general que sean de especial relevancia para el Ecuador.

El presente artículo es de exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente representa la posición oficial del Centro de Estudios Fiscales ni del Servicio de Rentas Internas. El contenido se puede difundir siempre que sea sin fines comerciales y con la condición de reconocer los créditos correspondientes refiriendo la fuente bibliográfica.



García Moreno y Sucre • Teléfono (593 2) 2582 282

www.cef.sri.gob.ec

Quito - Ecuador

Selección de Contribuyentes Especiales: Evaluación de Impacto mediante Regresión Discontinua [★]

Nicolás Oliva^a, Gabriela Aparicio^b

^a*Departamento de Estudios Tributarios, Centro de Estudios Fiscales, Servicio de Rentas Internas Quito, Ecuador*

^b*Universidad George Washington, Washington D.C., Estados Unidos de América*

Resumen

La selección de Contribuyentes Especiales es un mecanismo de control utilizado por la Administración Tributaria ecuatoriana por más de 15 años. Sin embargo, no se conoce el impacto de esta política sobre el cumplimiento tributario de los contribuyentes seleccionados, tanto sobre su propio cumplimiento (efecto directo) como en el cumplimiento de los contribuyentes que se relacionan con él (efecto indirecto). El presente documento utiliza un diseño de Regresión Discontinua (RD) para estimar el efecto directo de esta POLÍTICA. Se encontró que el Tipo Impositivo Efectivo de los contribuyentes no cambia por el hecho de haberlo designado como Especial. Tampoco se puede concluir que el cumplimiento de la periferia mejora cuando se selecciona contribuyentes Especiales.

Palabras Claves: Contribuyentes Especiales, Regresión Discontinua, Ecuador

1 Introducción

Ecuador en los últimos diez años ha transformado su sistema impositivo. Con la eliminación de la antigua Dirección General de Rentas (DGR) y la creación del Servicio de Rentas Internas (SRI) en el año 1998, la política tributaria ganó eficiencia, equidad y transparencia, permitiendo incrementar la recaudación y ampliar el número de contribuyentes que aportan al Estado. Una de las estrategias de control que mantuvo el SRI es la selección de "Contribuyentes Especiales" (CE).

[★] Las opiniones vertidas son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan la posición oficial del Servicio de Rentas Internas.

Emails: noliva@sri.gob.ec, .

Un contribuyente es elegido como Especial por la importancia económica y tributaria que tiene para la zona geográfica en la que desarrolla sus actividades. En el año 2009 los CE representaron más del 80% de la recaudación total. Además aportan de forma indirecta al control mediante las retenciones en la fuente y la presentación de información detallada sobre sus transacciones comerciales con otros contribuyentes.

Desde el año 1995 la Administración Tributaria (AT) ecuatoriana definió el concepto de Contribuyente Especial, seleccionando en ese año 575 Contribuyentes Especiales. El resto de la década de los noventa el crecimiento anual promedio fue 381 CE, dando como resultado para el año 2000 un número de 2.288 contribuyentes considerados como Especiales. Para el período 2001-2006 el crecimiento promedio fue de 227, finalizando el año 2006 con un número total de 3.651 (cuadro 1).

Para 2007 el nuevo escenario político de Ecuador implicó cambios en la dirección de la Administración Tributaria, endureciendo el marco legal, imponiendo controles sobre empresas multinacionales y atacando los paraísos fiscales. Estos cambios se consolidaron en la Ley Reformativa para la Equidad Tributaria de diciembre de 2007.

Además, el control tributario se intensificó mediante la selección intensiva de nuevos CE (cuadro 1). De los 6.732 CE al año 2009, 3.127 fueron elegidos de 2007 a 2009. El crecimiento promedio de Especiales de 2007 a 2009 fue de 23.17%, superior al crecimiento promedio del período 2000-2006 que fue de 10.06%.

La selección de Contribuyentes Especiales tiene cuatro objetivos: (i) Asegurar la recaudación mediante las retenciones de IVA, (ii) mantener una importante fuente de información, (iii) focalizar los controles masivos y (iv) generar riesgo de manera directa y a terceros (SRI, 2008). El riesgo directo es aquel que se genera sobre los mismos contribuyentes que han sido seleccionados como Especiales, en cambio el riesgo a terceros se refiere al control indirecto que la administración ejerce sobre los contribuyentes que se relacionan con los CE o también denominados como la periferia.¹

La presente investigación se concentra en evaluar el objetivo (iv)², para el caso de la

¹ La periferia de un Especial se define como todos los contribuyentes que compran a los Especiales y de forma indirecta el SRI conoce el nivel de sus ventas por las retenciones en la fuente que realizan los contribuyentes Especiales

² solo se evalúa el efecto directo, se ha dejado para una investigación futura la estimación del

Regional Norte. Sólo se realiza para esta regional porque la metodología de selección de Contribuyentes Especiales en esta regional permite estimar un efecto causal mediante Regresión Discontinua (RD).

Evaluar el objetivo (*iv*) implica determinar si designar a un contribuyente como Especial mejora el cumplimiento tributario de éste y de su periferia. En definitiva el estudio busca el efecto causal entre la condición de Especial y el cumplimiento tributario expresado a través del Tipo Impositivo Efectivo (TIE), el ingreso declarado y el impuesto causado.³

En lo que resta el documento se organiza de la siguiente forma: la sección 2 describe la literatura desarrollada sobre la evaluación de impacto del control tributario. La tercera sección detalla la metodología de selección de Contribuyentes Especiales en la administración tributaria de Ecuador, que será un elemento esencial para poder aplicar una Regresión Discontinua. El cuarto apartado explica la estrategia de identificación para encontrar un efecto causal entre la selección de Contribuyentes Especiales y el cumplimiento tributario. Como quinto punto se determina los resultados encontrados para el caso de la selección de Contribuyentes Especiales en la Regional Norte. Finalmente se concluye en la sexta sección.

2 Revisión de la Literatura

Desde el trabajo seminal de Allingham y Sandmo (1972) la literatura ha buscado determinar cómo los contribuyentes actúan frente al control tributario. Según este enfoque los agentes maximizan la utilidad esperada, la cual está en función de: (i) el beneficio por defraudar al fisco y (ii) la sanción esperada de ser detectado.

Un enfoque reciente señala que el cumplimiento tributario depende de la actitud, las creencias y las normas sociales propias de los individuos dentro de la sociedad (Roth et.al, 1989). A diferencia del enfoque de Allingham y Sandmo (1972), donde el contribuyente es un agente maximizador individualista, Sheffrin y Triest (1992) consideran que: (i) la actitud de los individuos hacia el cumplimiento es una variable determinante en el análisis, que de no ser incluida, puede sesgar los resultado y (ii) la actitud hacia el cumplimiento tributario se condiciona sobre agentes que forman parte de una red social, y mas no como agentes individuales. Es decir, se concibe a los contribuyentes como parte de una estructura social

efecto indirecto

³ El TIE se define como: Impuesto causado / Total Ingreso

interrelacionada.

En esta línea Korobow et al. (2007) utiliza un modelo de redes sociales (NACSM) para determinar el nivel de cumplimiento tributario. Supone a contribuyentes que tienen características heterogéneas respecto a la percepción de ser auditados. La decisión de evadir no sólo está en función de los beneficios propios, sino también consideran el beneficio ganado por la red social a la que pertenece.

Otros trabajos han profundizado en los determinantes personales y sociales de los contribuyentes que influyen sobre el cumplimiento tributario (Grasmick y Bursik 1990; Kinsey y Smith 1987; Scott y Grasmick 1981). Encuentran que aspectos normativos, como la obligación moral hacia el cumplimiento y el miedo a ser sancionado, están asociados al cumplimiento voluntario.

Un grupo de investigaciones han buscado el vínculo entre el pago de impuestos y el control tributario mediante la construcción de escenarios de simulación a escala. Este tipo de modelos de Economía Experimental reproduce comportamientos sobre un número reducido de casos. Los trabajos de Sillamaa (1999) y Swenson (1988) determinan cómo la carga fiscal puede influir sobre la motivación en el empleo de los individuos. Encuentran que el esfuerzo laboral decrece a media que el tipo impositivo marginal se incrementa. Eriksen y Fallan (1996) hallan una relación directa entre el conocimiento del sistema tributario y la actitud hacia el cumplimiento.

Pese a la contribución de estos trabajos, existe un número reducido de investigaciones que infieran un efecto causal del control tributario sobre el cumplimiento tributario de los contribuyentes. El primer trabajo fue el de Schwartz y Orleans (1967), quienes realizan un Diseño Experimental⁴ tomado tres grupos de contribuyentes al azar. A cada grupo -aproximadamente de 90 contribuyentes cada uno- se les proporciona diferentes mensajes persuasivos de control tributario. El experimento mostró que los dos grupos de tratamiento (los que recibieron mensajes persuasivos) reportaron mayores ingresos en el año de 1962 respecto a 1961. La limitante del trabajo es el tamaño de la muestra como

⁴ El Diseño Experimental es una técnica estadística que permite determinar un efecto causal de una variable sobre otra. Esta técnica define a dos grupos poblacionales similares, con la única diferencia que el primer recibe una política específica (grupo de tratamiento) mientras que el otro grupo no la recibe (Grupo de Control). Para determinar el efecto causal de la variable se compara a los grupos después de haber aplicado la política y, la diferencia encontrada en la variable de interés constituye el efecto causal de la intervención.

lo enfatiza Roth, Scholz y Witte (1989).

Mcgraw y Scholz (1991) usan el Diseño Experimental de Schwartz y Orleans (1967) para un grupo de contribuyentes del estado de Nueva York en el año de 1987. La diferencia en el diseño de este experimentos, fue que los contribuyentes seleccionados observaron un video con los aspectos más importantes de la reforma tributaria de 1986, mensajes normativo del pago de impuestos, y las consecuencias personales del incumplimiento. Al igual que antes, se definió un grupo de control y dos de tratamiento. De los grupos de tratamiento, uno recibió un video sobre los aspectos normativos del pago de impuestos, donde se incluía aspectos éticos y de responsabilidad social. El segundo grupo de tratamiento fue informado de las consecuencias por el incumplimiento de las normas fiscales. No encontraron diferencias significativas entre el ingreso y el pago de impuestos del grupo de tratamiento respecto al grupo de control. Mcgraw y Scholz (1991) no encuentran un efecto causal entre la intervención y el cumplimiento tributario.

Pese a que el experimento no produjo cambios sobre el cumplimiento, se encontró efectos sobre otras variables como la actitud de los contribuyentes frente a los impuestos. Para los contribuyentes que observaron el video sobre los aspectos normativos causó que: (i) conocieran sobre la consecuencias sociales de la reforma tributaria de 1986, (ii) se convencieran que la reforma traería mayor justicia para ellos y para el sistema tributario en su conjunto y (iii) objetivizó la opinión de los contribuyentes respecto a la justicia de la reforma tributaria de 1986.

Slemrod *et al*(2001) realizan el Diseño Experimental más reciente, donde un grupo de 1.724 contribuyentes fueron seleccionados al azar, y recibieron una carta por parte de la administración que indicaba que su declaración de impuestos del año de 1994 sería investigada con mayor detalle. Un grupo similar fue seleccionado para ser el grupo de control (no reciben ninguna carta). La muestra fue estratificada por el nivel de ingreso reportado en el año 1993. La estratificación se realizó en tres niveles: individuos con ingreso bajos (menos de 10.000 Usd.), ingreso medios (de 10.000 a 100.000 Usd.) e ingreso altos (mayor a 100.000 Usd.). Para el grupo de tratamiento, la carta les informaba que habían sido seleccionados al azar para que su declaración de impuestos sea revisada, tanto en el impuesto federal como en el estatal, y en caso de encontrar alguna discrepancia en su declaración, la administración revisará la información de años pasados y se comunicará con él para que justifique la información.

Los resultados indican que los contribuyentes de altos ingresos no experimentaron ninguna cambio ante los mensajes de control de la Administración. Por el contrario el cumplimiento mejoró en los individuos de ingreso medios y bajos, especialmente sobre aquellos que tienen mayor oportunidad de evadir. El crecimiento promedio de obligaciones tributarias de las firmas fue de 2%.

Un Diseño Experimental tiene la ventaja de determinar con certeza el efecto causal y no tan sólo relaciones de correlación como en la econometría tradicional. Sin embargo, el costo de llevar a acabo un Diseño Experimental constituye una limitante al desarrollo de este tipo de investigaciones por lo que estudios con estas características son escasos en la literatura.

Los trabajos de Courtemanche y He (2009) y Hanson (2009) evalúan el impacto de la política tributaria sin recurrir a un Diseño Experimental. Courtemanche y He (2009) evalúa el impacto que tuvo el incentivo tributario al sector de la salud sobre la compra de seguros por parte de los individuos beneficiados por este incentivo.⁵ Mediante el método econométrico de "diferencias en diferencias" encontraron que el incentivo tributario incrementó en 3.3% la probabilidad de los individuos a contratar un seguro privado. Sin embargo, no se encuentra indicios claros que el incentivo ayudó a incrementar el mercado de los seguros privados de salud, que era uno de los objetivos originales de la política.

Mediante el método de variables instrumentales He (2009) estima el efecto de las zonas francas sobre el nivel de empleo y pobreza para Estados Unidos. La estimación a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) indica un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el incremento del empleo y la reducción de la pobreza. Sin embargo, la endogenidad de las variables explicativas invalidan los resultados de MCO, que al utilizar Variables Instrumentales (VI), el efecto de las zonas francas desaparece.

Estudios con técnicas cuasi experimentales⁶ (PSM, Variables Instrumentales, Regresión Discontinua) que determinen un efecto causal del control tributario sobre el comportamiento de los contribuyentes son nulos.

⁵ el programa evaluado fue incluido en la "Health Insurance Portability and Accountability Act" de 1996 en Estados Unidos

⁶ Las técnicas cuasi experimentales son usadas para determinar efectos causales cuando no existe un Diseño Experimental en la política analizada. A pesas que estos métodos no alcanzan a las bondades que puede tener un Diseño Experimental, son aceptados como métodos idóneos para estimar efecto causales y han sido utilizado intensivamente en la evaluación de impacto.

3 Los Contribuyentes Especiales en la Administración Tributaria ecuatoriana: metodología de selección.

La selección de Contribuyentes Especiales nace en el año de 1995 con la antigua Dirección General de Rentas. De los contribuyentes Especiales seleccionados hasta 2009, 574 fueron seleccionados en el año 1995, 554 en 1996, hasta alcanzar un total de 2.861 CE en el año 2004 (Cuadro 1). El presente estudio no evalúa aquellos contribuyentes que fueron elegidos Especiales de 1995 a 2004 por dos razones: primero no existe datos históricos de las declaraciones de estos contribuyentes que permita evaluar su comportamiento antes y después de haber sido seleccionados como Especiales y segundo, la metodología de Especiales utilizada en la regional Norte se aplicó entre el año 2005 y 2008.

Por este motivo el universo de estudio corresponde sólo sobre los contribuyentes que fueron elegido entre 2005 y 2008. El grupo de contribuyentes evaluado serán 2.720 contribuyentes. A su vez para estimar el efecto indirecto, se evalúa las declaraciones de la periferia para el mismo período de tiempo.

Para poder determinar si la selección de Contribuyentes Especiales genera un cambio de comportamiento también es importante demostrar que la política se ejecuta de forma consistente. Es decir, una vez un contribuyente es elegido como Especial la Administración efectivamente realiza sobre este contribuyente un seguimiento a detalle de todas sus cuentas, intensificando el control tributario. Del año 2005 al 2009 se realizaron 1.045 procesos de auditorías en la regional Norte, de los cuales 870 fueron a Contribuyentes Especiales (cuadro 2). El 83% de controles intensivos fueron realizados sobre CE y el 16,7% restante se focalizó en otros contribuyentes.

Además el control intensivo a este tipo de contribuyentes se incrementó en el período 2005-2009, tanto en número de controles como en el porcentaje frente al total. En el año 2005 se emitieron 114 actas de determinación a CE, representando el 70,4% del total. Para el año 2009 el número de actas se incrementó a 355 con una participación frente al total de 89,3%(cuadro 2).

A su vez hay que considerar que el universo de CE es menor que el resto de contribuyentes

Tabla 1: Selección de Contribuyentes Especiales por Año

| Año de Selección | Número total | Número acumulado | Variación relativa |
|----------------------|--------------|------------------|--------------------|
| 1995 | 574 | 574 | |
| 1996 | 554 | 1128 | 96,52% |
| 1997 | 89 | 1217 | 7,89% |
| 1998 | 149 | 1366 | 12,24% |
| 1999 | 502 | 1868 | 36,75% |
| 2000 | 401 | 2269 | 21,47% |
| 2001 | 198 | 2467 | 8,73% |
| 2002 | 69 | 2536 | 2,80% |
| 2003 | 59 | 2595 | 2,33% |
| 2004 | 266 | 2861 | 10,25% |
| 2005 | 531 | 3392 | 18,56% |
| 2006 | 213 | 3605 | 6,28% |
| 2007 | 809 | 4414 | 22,44% |
| 2008 | 1167 | 5581 | 26,44% |
| 2009 | 1151 | 6732 | 20,62% |
| Total general | 6732 | | |

lo cual genera que la probabilidad de ser elegido para un proceso de control intensivo es mucho mayor para un Contribuyente Especial. Al año 2009 el SRI contaba con más de 2 millones de contribuyentes no Especiales mientras que los CE ascendían a 6.732 para el mismo año. Esto ocasiona que la probabilidad de ser auditado se incrementa cuando se es Especial.

3.1 Metodología de Selección

Desde el año 2005 al 2008 la regional Norte determinó a un contribuyente como Especial en base a cuatro variables de decisión: (1) el nivel de ingresos, (2) el nivel de compras más importaciones, (3) el número de contribuyentes con que se relaciona (periferia) y (4) el pago de impuestos que realiza a la Administración.

Tabla 2: Número de Procesos de Auditoría realizados en la Regional Norte: por Tipo de Contribuyente

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | Total 05-09 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Contribuyentes Especiales | 114 | 124 | 52 | 263 | 317 | 870 |
| Otros | 48 | 43 | 9 | 37 | 38 | 175 |
| Total | 162 | 167 | 61 | 300 | 355 | 1045 |
| Porcentaje de Auditorías sobre Especiales | 70,4% | 74,3% | 85,2% | 87,7% | 89,3% | 83,3% |
| Porcentaje de Auditorías sobre Otros | 29,6% | 25,7% | 14,8% | 12,3% | 10,7% | 16,7% |

Fuente: Departamento de Gestión SRI

Estas cuatro variables participan en la construcción del índice W_i , donde cada variable tiene una ponderación para la conformación del índice. El índice W_i del *iesimo* contribuyente se define como:

$$W_i = \sum_{j=1}^4 \phi_j \psi_{ij} \quad 0 \leq W_i \leq 1 \quad (1)$$

donde

- $\psi_i = [\psi_{i1}, \psi_{i2}, \psi_{i3}, \psi_{i4}]$ es el vector de las cuatro variables de decisión normalizadas.
- ϕ_j son las ponderaciones para cada variable y $\sum \phi_j = 1$.

Para los casos en que el índice registraba un valor mayor o igual a 0.85, este contribuyente era seleccionado para ser Especial. La regla de selección se definía como:

$$W_i = \begin{cases} \geq 0.85 \Rightarrow \text{Elegido como Especial} \\ < 0.85 \Rightarrow \text{No elegido como Especial} \end{cases}$$

La regla de decisión tiene un valor crítico cuando $W_i = 0,85$, generando un punto de discontinuidad. La discontinuidad del índice de selección de Contribuyentes Especiales es el evento idóneo para poder aplicar el método de Regresión Discontinua (RD) con el objetivo de estimar el efecto causal de la política sobre el cumplimiento tributario, tanto en los Especiales (efecto directo) como en la periferia de los Especiales (efecto indirecto).

4 Estrategia de Identificación

Como se mencionó, la hipótesis de este trabajo es determinar como cambia el cumplimiento tributario cuando se selecciona a un contribuyente como Especial, ya sea en su declaración de impuestos (efecto directo), o en la declaración de impuestos de los contribuyentes que se relaciona con él (efecto indirecto).

Para estimar este efecto se define la siguiente función causal:

$$TIE_i = \beta X_i + \Omega T_i + \sum_{j=1}^3 \alpha_j W_i^j + u_i \quad (2)$$

Donde TIE_i representa el logaritmo del Tipo Impositivo Efectivo del contribuyente i , X_i es un vector de características de los contribuyentes como la provincia a la que pertenece, actividad económica que desarrolla, tamaño, entre otras variables económico-tributarias propias de cada contribuyente. W_i corresponde al índice de selección de contribuyentes Especiales de la ecuación (1), el cual tiene una especificación de un polinomio de tercer grado.⁷ T_i es una variable discreta que toma el valor de 1 si el contribuyente es Especial y de 0 si no es Especial. Finalmente, u_i es el termino de error que absorbe todo lo que no pudo ser explicado por el resto de variables explicativas.

El cumplimiento tributario está determinado por todo el conjunto de características de los contribuyentes resumidas en el vector X_i ; el índice de selección de Contribuyentes Especiales; y por su condición de Especial o no Especial ($T_i = 1$ o $T_i = 0$). La estimación del parámetro Ω es el objetivo del estudio e indicará como influye la condición de Especial en el nivel de cumplimiento (expresado a través del TIE).

⁷ Esta especificación se determina para capturar cualquier relación no lineal que pueda existir entre el índice de selección y la variable dependiente

Sin embargo, la selección de Especiales no es un proceso donde los contribuyentes son elegidos de forma aleatoria, por lo que T_i no fue determinada de forma aleatoria. El momento que T_i no es elegida al azar pierde su característica de independiente y exógena. Como consecuencia T_i estará correlacionado con el termino de error u_i , haciendo que la estimación del parámetro Ω mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) esté sesgada y sobreestime el verdadero efecto de ser Especial.

Para resolver el problema de la no aleatoriedad del termino T_i y al no contar con un Diseño Experimental previo a la aplicación de la política, la presente investigación utiliza una de las técnicas cuasi experimentales de evaluación de impacto conocida como Regresión Discontinua (RD)(Lee y Lemieux, 2009).

4.1 *Diseño Experimental*

Para poder estimar verdaderas relaciones de causalidad es necesario aislar el efecto de la política de otros posibles efectos que afectan a la variable de resultado.⁸ Para poder determinar el efecto causal de la política de Especiales se necesita que todos los eventos que pueden influir sobre el cumplimiento tributario (TIE) permanezcan constantes y además que la característica de Especial no dependa de otras variables no observables que pueden afectar a la variable de resultado, es decir que sea exógena.

La forma óptima de conseguir este objetivo es realizando un Diseño Experimental. El Diseño Experimental consiste en elegir al azar dos grupos objetivo de la población con características similares, donde al grupo denominado como "*Tratamiento*" se aplica la política propuesta mientras que el grupo de "*Control*" no recibe la política. La diferencia hallada en la variable de resultados entre ambos grupos constituye el efecto causal de la política.

El hecho de elegir los grupos al azar brinda la exogenidad necesaria para poder determinar con seguridad efectos causales libres de sesgos. Debido a que la selección fue realizada de forma aleatoria, la política no estará correlacionada con el termino de error u_i y por consiguiente eliminando cualquier sesgos en el parámetro Ω de la ecuación (2). Sin embargo, llevar a cabo un Diseño Experimental tiene un costo social y económico que muchos gobiernos no están dispuestos a soportar, por lo que la literatura ha buscado la forma de

⁸ la variable de resultados se refiere a la variable objetivo de estudio, en la cual se mide el cambio que tuvo por la aplicación de la política

encontrar estimaciones que sean igualmente insesgadas pero sin la necesidad de aplicar un Diseño Experimental.

Para ello se han desarrollado técnicas cuasi experimentales de evaluación de impacto como son: Propensity Score Matching (PSM), Variables Instrumentales (VI) y Regresión Discontinua (RD).

4.2 Evaluación cuasi experimental: Regresión Discontinua

Propuesta por primera vez por Thistlethwait y Campbell (1960), la Regresión Discontinua (RD) más que una técnica cuasi experimental en sentido estricto, es un diseño econométrico que aprovecha la forma cómo los datos se distribuyen para estimar un efecto causal mediante regresiones lineales convencionales.

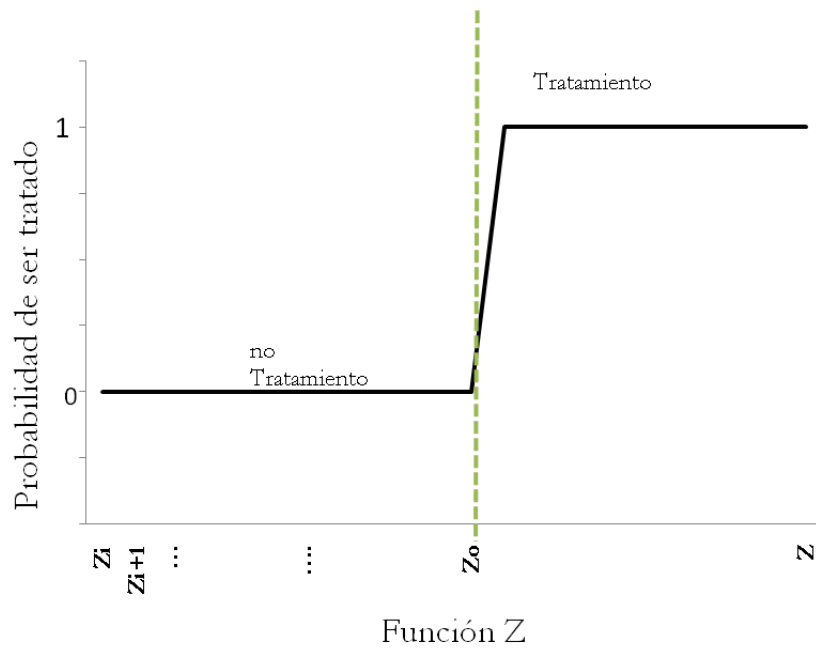
La RD se origina a partir de la noción de la discontinuidad que se genera en la regla de selección de la política (Nichols, 2007). En forma general, esta técnica se aplica cuando el proceso de selección del grupo de Control o Tratamiento depende de una regla de asignación o función $Z(\cdot)$, la cual tiene una característica particular, que al superar cierto umbral Z_o , la función $Z(\cdot)$ sufre una discontinuidad ubicando a un individuo dentro del grupo de tratamiento, o en su defecto, en el grupo de Control (figura 4.1).

La figura 4.1 muestra la discontinuidad de la función Z , donde para valores a la izquierda del punto Z_o la probabilidad de ser escogido para pertenecer al grupo de tratamiento es cero. El momento que la función supera el valor de Z_o la probabilidad de pertenecer el grupo de tratamiento cambia drásticamente al valor de 1.

Por lo general las regla de asignación Z está en función de características socioeconómicas como el nivel de educación o ingresos en el caso de los individuos, o el nivel de actividad y volumen de ventas en el caso de las sociedades. Por este motivo se puede asegurar que individuos o sociedades que se encuentran muy cerca unos de otros en la función Z tienen las mismas características económicas y son buenos candidatos para ser comparados.

De este modo al ubicarse en la discontinuidad, y comparar individuos que se encuentran muy cerca del punto Z_o por el lado izquierdo (no tratados o grupo de Control $Z < Z_o$),

Gráfico 4.1: Discontinuidad de la función Z



con individuos que están cerca de la discontinuidad por el lado derecho(tratados o grupo de Tratamiento $Z > Z_o$), se consigue comparar individuos similares cuya única diferencia es pertenecen al grupo de Control o al de Tratamiento.

La regresión Discontinua toma a los individuos que se encuentran cerca de la discontinuidad, tanto a la izquierda como a la derecha, y realiza regresiones lineales como la ecuación (2). De este modo la RD, mas que ser un método diferente de estimación, constituye un diseño que aprovecha la discontinuidad de la regla de asignación para aislar el efecto de la política y eliminar el sesgo de estimación en T_i .

Un ejemplo de este tipo de funciones y reglas de asignación que se producen en la naturaleza es el punto de ebullición del agua, donde para temperaturas inferiores a los 100 grados centígrados, el agua mantiene su estado liquido. Sin embargo, al superar los 100 grados, la regla de asignación (en este caso natural) determina que el agua dejará su estado liquido para pasar a un estado gaseoso. En este ejemplo los 100 grados centígrados constituyen el umbral Z_o y es el punto de discontinuidad.

Son varias las Reglas de asignación en el diseño de políticas públicas (ver Angrist 1990, Angrist y Krueger 1999, Asadullah 2005, Berk y Rauma 1983) pero tal vez la más famosa es la democracia simple, donde para valores inferiores al 50% de los votos un candidato es considerado como perdedor. El momento que supera el 50% la regla asigna a un ganador.

En el caso de Ecuador, la asignación de los beneficiarios del Bono de Desarrollo Humano (BDH) constituye la regla de asignación de política pública más grandes del país (León y Younger 2004, Oosterbeek et. al 2008, Schady y Araujo 2006). Para que una persona pueda recibir el BDH debe tener una puntuación inferior a 50.6 en el índice SELBEN. En este caso la discontinuidad se produce en el valor de 50.6 donde para valores superiores a este umbral las personas no podrán recibir la transferencia, en cambio para valores inferiores a 50.6 todos los individuo reciben el dinero.

La selección de Contribuyentes Especiales en la regional Norte del SRI es otra regla de asignación existente en la política pública de Ecuador. Esto hace posible encontrar el efecto causal de la política de Especiales sobre el cumplimiento mediante un diseño de Regresión Discontinua.

4.2.1 Tipos de Regresiones Discontinuas

En la regla de asignación de la figura 4.1 la probabilidad de pertenecer al grupo de tratamiento pasa de un valor de 0 antes de Z_o , a un valor de 1 después de Z_o . En estos casos, la regla de asignación se aplica de forma estricta y sólo depende de la función Z , es decir, $T_i = 0$ siempre que $Z < Z_o$, y $T_i = 1$ siempre que $Z > Z_o$. Para este tipo de mecanismos se utiliza lo que la literatura conoce como "*Sharp discontinuity design*", en la cual la regla de asignación genera de forma artificial una asignación aleatoria alrededor de la discontinuidad, haciendo que T_i sea completamente aleatoria. En consecuencia el "*Sharp discontinuity design*" requiere tan sólo la aplicación de la ecuación (2) sobre las observaciones que están cerca a la discontinuidad para determinar el efecto causal de la selección de Contribuyentes Especiales.

Sin embargo, es difícil encontrar un programa que aplique de forma estricta la regla para seleccionar al grupo de Control y de Tratamiento. En ocasiones la política pública está sujeta a un grado de discrecionalidad, lo que provoca que a pesar que la variable Z supera el umbral, los individuos no son elegidos para pertenecer al grupo de tratamiento y viceversa, con valores inferiores a Z_o los individuos son elegidos para participar en el grupo de tratamiento. Esto ocasiona que la variable T_i no dependa únicamente de la función Z sino de otros factores inobservables como errores en la aplicaciones de la regla o discrecionalidad. En estos caso no es posible aplicar un "*Sharp discontinuity design*".

En el caso de Contribuyentes Especiales de la regional Norte la regla de selección no se aplicó de forma estricta, donde respondió en muchos casos a las necesidades del control que ha requerido la Administración. Por este motivo para poder validar el estudio se debe demostrar que a pesar que la forma de selección no ha sido completa, la discontinuidad existe. Y en el caso de que dicha discontinuidad exista, la estrategia será aplicar un diseño de Regresión Discontinua Difusa (" *Fuzzy discontinuity design* ").

La Regresión Discontinua Difusa es utilizado cuando la regla no fue aplicada de forma estricta y por lo tanto la probabilidad de pertenecer al grupo de tratamiento después de superar el umbral Z_o es menor a 1. Para aproximarse al efecto causal bajo este diseño alternativo se siguió la estrategia de Hann et.al (2001) y aplicada por Ponce y Bedi(2008), que corresponde a la estimación de un diseño de regresión Discontinua Difusa utilizando Variables Instrumentales.

4.2.2 Selección de Especiales: Regresión Discontinua Difusa (*Fuzzy discontinuity design*)

Debido a que la selección de Especiales no respondió por completo a la regla de asignación definida por el SRI, la variable T no está sólo en función de Z , sino que existen factores inobservables que influyen sobre T como por ejemplo la intuición de los funcionarios al momento de seleccionar Especiales. Por este motivo es necesario utilizar variables instrumentales (VI) para corregir este sesgo.

El método de Variables Instrumentales (VI) busca una variable o instrumento (\mathfrak{R}_i) que cumpla dos condiciones: (i) esté altamente correlacionado con la variable explicativa de interés, en este caso T_i , y (ii) que no esté correlacionada con el termino de error, es decir, debe cumplir que $E[\mathfrak{R}_i \cdot u_i | X_i, W_i] = 0$. Si el instrumento \mathfrak{R}_i cumple estas dos condiciones absorberá la correlación que existe entre la variable T_i y el termino de error u_i eliminando el sesgo de estimación de Ω .

El candidato idóneo para ser un instrumento es la regla de selección. En términos prácticos el instrumento (\mathfrak{R}_i) será una variable dicotómica que toma el valor de 1 cuando el índice $W_i > 0.85$ y registra el valor de 0 cuando $W_i < 0.85$. Esta variable cumple las dos condiciones de un buen instrumento: (i) está correlacionada con T_i , porque en la mayoría de los casos para ser elegido Especial ($T_i = 1$) el índice W_i debe ser superior a 0.85.

(ii) La regla de asignación no está correlacionada con el término de error. Esta condición se cumple debido a que la regla de selección se diseñó de forma independiente por lo que no podrá estar correlacionada con el término de error. Este supuesto no se cumpliría en el caso que la regla de asignación hubiese sido diseñada para beneficiar a un grupo de contribuyentes, lo cual es un supuesto inaplicable en el caso de la selección de Contribuyentes Especiales en el SRI.

Para aplicar una Regresión Discontinua Difusa con VI se empleó la técnica de Mínimos Cuadrados en dos Etapas. La primera etapa coloca a la condición de participación en el programa T_i como variable dependiente, la cual está en función del vector de características de los contribuyentes X_i , del instrumento \mathfrak{R}_i y del polinomio de tercer grado del índice de selección W_i . La ecuación de la primera etapa puede ser definida como:

$$T_i = \rho X_i + \phi \mathfrak{R}_i + \sum_{j=1}^3 \alpha_j W_i^j + \varepsilon_i \quad (3)$$

El instrumento \mathfrak{R}_i tomará el valor de 1 para aquellas observaciones donde el índice de selección fue superior a 0.85 y registrará el valor de 0 para valores inferiores a 0.85. Bajo el supuesto que las características no observables de los contribuyentes que afectan al cumplimiento tributario no están correlacionadas con el instrumento ($E[\mathfrak{R}_i \cdot u_i | X_i, W_i] = 0$), se puede definir la segunda etapa de la estimación como:

$$TIE_i = \beta X_i + \Omega \hat{T}_i + \sum_{j=1}^3 \alpha_j W_i^j + u_i \quad (4)$$

donde \hat{T}_i se obtiene de la estimación de (3).

La estimación de la ecuación (4) es a donde se quería llegar, siendo el parámetro Ω el efecto (insesgado) que tiene la condición de ser Especial sobre el cumplimiento tributario. Este efecto se conoce en la literatura como "*local average treatment effect*" (Ponce y Bedi, 2008).

La diferencia entre la ecuación (2) y la ecuación (4) es que la variable \hat{T}_i está corregida de cualquier factor inobservables que pudo haber influido sobre el ser Especial eliminando cualquier sesgo.

La ecuación (4) estima el efecto directo de elegir a un Contribuyente Especial i sobre el cumplimiento tributario del mismo Contribuyente Especial i . Para estimar el impacto indirecto que genera sobre la periferia se repite el procedimiento, pero esta vez para los j contribuyentes de la periferia que se relaciona con un contribuyente Especial i . De esta forma la ecuación (3) y (4) puede ser redefinida como:

$$T_j^i = \rho X_j^i + \phi \mathfrak{R}_j^i + \sum_{k=1}^3 \alpha_k W_j^k + \varepsilon_j \quad (5)$$

$$TIE_j^i = \beta X_j^i + \Omega \hat{T}_j^i + \sum_{k=1}^3 \alpha_k W_j^k + u_j \quad (6)$$

donde

- i se refiere a los Contribuyentes Especiales y;
- j a los contribuyentes de la periferia.

Para evaluar el riesgo indirecto, o cambio de comportamiento de la periferia, se evalúa el TIE_j^i del contribuyente j que se relaciona con un contribuyente Especial i . De esta forma el grupo de Control será toda la periferia que no se relaciona con CE, mientras que el grupo de Tratamiento corresponde a los contribuyentes que se relaciona con los CE.

Sin embargo, existe contribuyentes que comercializan tanto con Especiales como con no Especiales, es decir, mantienen ventas o compras con el grupo de Control y de Tratamiento al mismo tiempo. La evaluación sobre este tipo de contribuyentes es imposible debido a que los efectos no son separables. Por tal motivo lo que se realizó fue descartar a estos contribuyentes y sólo se estimó sobre los que son únicamente Control o Tratamiento.

En definitiva se estima el parámetro Ω de la ecuación (4) y (6) para encontrar el efecto directo e indirecto, respectivamente.

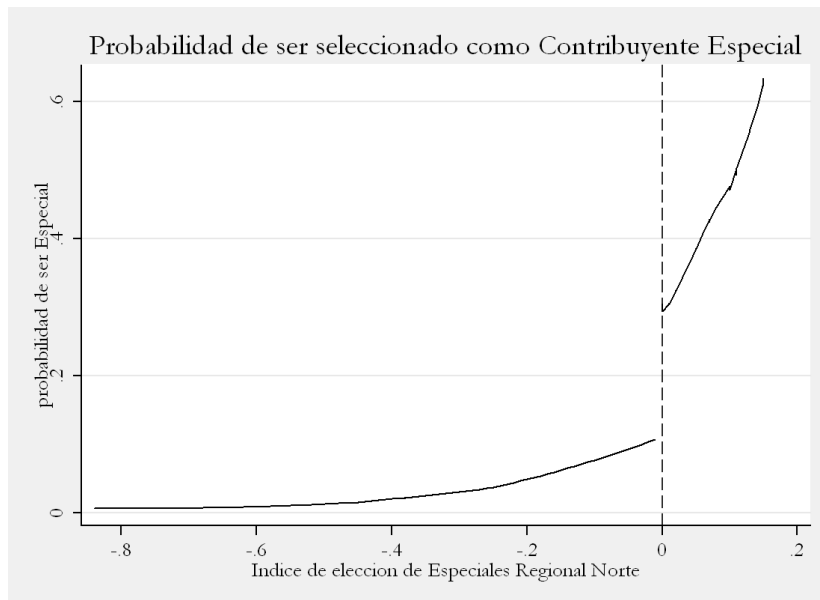
5 Resultados

Los resultados se dividen en dos apartados. El primero demuestra la validez de la herramienta utilizada. La segunda parte detalla los resultados encontrados para la selección de contribuyentes Especiales para la Regional Norte.

5.1 Validez de la RD en la selección de Contribuyentes Especiales

Antes de aplicar un diseño de RD es necesario validar el procedimiento demostrando que: (i) efectivamente existe la discontinuidad en la regla de asignación y (ii) que no existe la posibilidad de que los contribuyentes puedan influir de alguna forma para que no sean elegidos como Especiales. El primero punto se demuestra en la figura ??, donde la probabilidad de ser Especial sufre un salto significativo cuando el índice toma el valor de 0.⁹ La discontinuidad alrededor del umbral de selección valida la utilización un diseño de Regresión Discontinua para poder encontrar un efecto causal sin sesgos de estimación.

Gráfico 5.1: Discontinuidad de la regla de selección de Contribuyentes Especiales

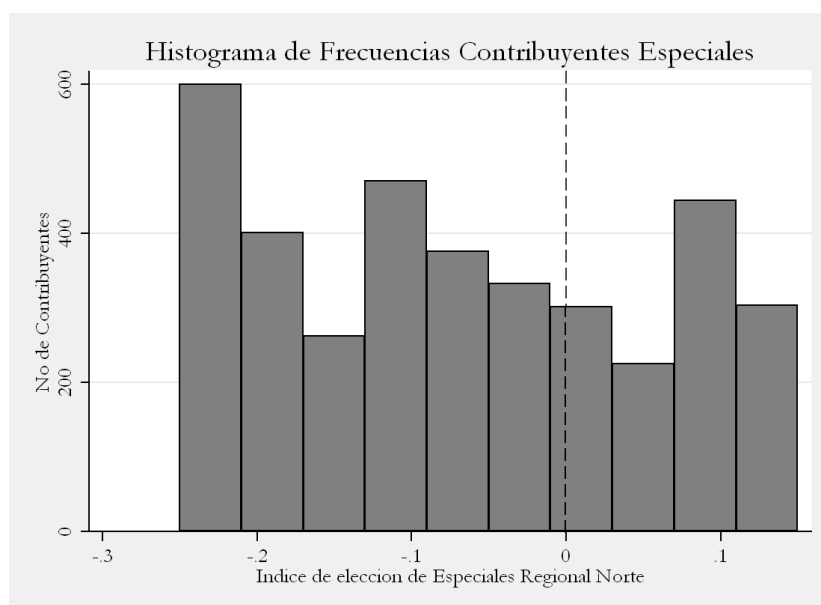


La figura ?? además muestra la necesidad de utilizar un diseño de RD difusa (" *Fuzzy discontinuity design* "). La probabilidad de ser Especial no pasa de cero a uno en el punto de la discontinuidad, como ocurre cuando la regla de selección es aplicada de forma estricta. Por el contrario la probabilidad de ser Especial a la derecha de la discontinuidad es menor que uno, demostrando que la política ha tenido un componente discrecional producto de las necesidades de control de la Administración.

La segunda condición no se cumple cuando un número grande contribuyentes se concentran antes de la discontinuidad y un número reducido justo después de la discontinuidad, evidenciando que los contribuyentes influyen sobre la regla de selección. Este punto se demuestra con un histograma de frecuencias alrededor del punto de discontinuidad como

⁹ El índice fue normalizado de tal forma que ocurra el salto cuando llegue a cero. Es decir el umbral de 0.85 es equivalente al valor de cero en la figura ?? y 5.2

Gráfico 5.2: Histograma de Frecuencias Contribuyentes Especiales elegidos de 2005-2008



el que se observa en la figura 5.2.

En el punto cero, la cantidad de contribuyentes que se encuentran a la izquierda no es muy diferente de los que se ubican a la derecha. Esto también valida la utilización de una RD para estimar un impacto causal en la selección de Especiales.

5.2 Impacto sobre el Tipo Impositivo Efectivo, el ingreso y el impuesto

La estimación consistió en aplicar las ecuaciones (3) y (4). Los cuadros .1, .2 y .3 muestran los resultados de las estimaciones de 10 modelos. Los cinco primeros (1 al 5) modelos utilizan un polinomio simétrico de diferente orden, desde grado 1 hasta el 5 grado. Los restantes cinco modelos (6 al 10) utilizan un polinomio asimétrico.

Se ensayó varias especificaciones con varias formas funcionales del índice cerca de la discontinuidad. Se utilizó tres diferentes umbrales alrededor del punto de discontinuidad: la primera banda ($-0.6 \leq W \leq 0.2$) evaluó 1.046 observaciones que se muestran en el cuadro .1, para la segunda ($-0.4 \leq W \leq 0.2$) y tercera banda ($-0.2 \leq W \leq 0.2$) el número de casos se redujo a 913 y 616 observaciones (cuadro .2 y .3), respectivamente. Este proceso fue realizado para las tres variables dependientes: TIE, impuesto causado e ingreso. El coeficiente Ω de la ecuación (4) se observa en todas las tablas.

A su vez para cada una de las tres variables dependientes se estimó 2 modelos: el primero que incluye solo la variable dependiente y el segundo que incluye como variable explicativa el rezago de la misma variable dependiente, esto con la finalidad de mejorar la estimación. Además se ensayó varias especificaciones para el vector de características X

Los resultados del cuadro .1 muestran que bajo el primer modelo el impuesto causado evidencia un incremento estadísticamente significativo el momento que un contribuyente es seleccionado como Especial, para casi todas las 10 especificaciones. Cuando se incluye el rezago de la variable dependiente (modelo 2), los coeficientes de la regresión son estadísticamente significativos para ocho de las diez especificaciones. Por el contrario no se encontró un efecto significativo en el ingreso; los coeficientes no son estadísticamente significativos para el primer y segundo modelo. Lo mismo ocurre para el caso del Tipo Impositivo Efectivo.

El cuadro .2 muestra los mismos resultados pero esta vez para una banda más cercana a la discontinuidad. Se observa que la selección de contribuyentes tiene un efecto positivo sobre el monto de impuesto declarado para el caso del modelo 1. Para el modelo 2 (impuesto t_{-1}) se encuentra que los coeficientes son significativos solo para 5 de los 10 modelos. En el caso del ingreso y el TIE, los resultados coinciden con el cuadro anterior: no se encuentra un efecto estadísticamente significativo.

Finalmente el cuadro .3 presenta las estimaciones para la banda 3. Al igual que antes se encuentra un efecto estadísticamente significativo al 90% de confianza para siete de las diez especificaciones en el caso del modelo 2, y para 8 de las diez especificaciones del modelo 1. Esto deja en evidencia que para diferentes bandas alrededor de la discontinuidad, con diferentes formas funcionales y controlando por diferentes variables (como nivel de ingresos, activos, etc), la selección de contribuyentes Especiales genera un impacto sobre el impuesto causado. Sin embargo se evidencia que los resultados son volátiles a la especificación seleccionada, lo cual imposibilita determinar con precisión la magnitud del efecto.

Esto no ocurre para las otras dos variables dependientes como son el ingreso y el Tipo Impositivo Efectivo, donde ambas variables no muestran coeficientes estadísticamente significativo en el cuadro .3. Esto confirma que para diferentes modelos la selección de contribuyentes Especiales no tiene un efecto sobre el ingreso ni sobre el Tipo Impositivo Efectivo.

6 Conclusiones

No se encontró un efecto causal entre selección de Contribuyentes Especiales y el incremento del Tipo Impositivo Efectivo de los mismo Especiales. Para varios controles, distintas formas funcionales del índice W y diferentes bandas alrededor de la discontinuidad, el coeficiente Ω no mostró un efecto positivo y significativo. Al evaluar como variable dependiente el ingreso, los resultados son similares: no se puede concluir que la selección de contribuyentes Especiales haya generado un efecto sobre la declaración del ingreso de los contribuyentes. Por el contrario, sí se encuentra un efecto positivo y estadísticamente significativo en el impuesto causado para diferentes especificaciones. No obstante, en este último caso se evidencia que las estimaciones son sensibles al modelo elegido. Esto permite concluir que si bien se encontró un efecto sobre el impuesto causado, es difícil determinar la magnitud del impacto. Además como muestran los resultados, se encuentra que las estimaciones para el impuesto causado al 90% de confianza. Esto deja en evidencia que las estimaciones son un poco débiles.

Si bien este documento no rechaza que la estrategia de Especiales esté aportando a la consecución del 4 objetivo (generar riesgo de manera directa), no evalúa los tres restantes objetivos como son: (i) Asegurar la recaudación mediante las retenciones de IVA, (ii) mantener una importante fuente de información y (iii) focalizar los controles masivos. Tampoco por el momento evalúa el efecto indirecto sobre los contribuyentes que se relaciona con los especiales (periferia).

Una posible causa de estos resultados es que al ser una política que ha sido aplicada de forma reiterada por 15 años, su efectividad presente rendimientos decrecientes. Como señala Silvani y Baer (1997) la conformación de unidades de grandes contribuyentes han tenido relativo éxito en su primeras etapas de conformación como es el caso de Uruguay, Bolivia y Sri Lanka. Sin embargo no se puede concluir que en el largo plazo esta estrategia cumpla los objetivos para las cual fue creada, donde puede tener incluso efecto contraproducentes sobre el resto de contribuyentes como lo señala Gallagher (2005).

En su primera etapa de aplicación, la designación del primer contribuyente Especial en el año 1995 debió tener un efecto importante sobre su cumplimiento y el cumplimiento de terceros por ser una estrategia nueva de control. Sin embargo, el impacto marginal del segundo Especial debió ser menor que el primero, puesto que muchos de la periferia ya estaban siendo controlados por el primer Especial. De esta forma se genera un rendimiento decreciente de la política provocando que después de 15 años y con más de 6.000 Especiales seleccionados al 2009, los resultados sobre el cumplimientos sean nulos.

Es conveniente conveniente re diseñar la forma como se está aplicando la política de Especiales. Un punto a tener en cuenta es cómo son seleccionados y cual es papel que ejerce la Administración sobre un Especial.

Bibliografía

- Angrist, J. D. & Krueger, A. B. (1999). Empirical strategies in labor economics. In O. Ashenfelter & D. Card (Eds.), *Handbook of Labor Economics*, volume 3 of *Handbook of Labor Economics* chapter 23, (pp. 1277–1366). Elsevier.
- Angrist, J. D. & Lavy, V. (1999). Using maimonides' rule to estimate the effect of class size on scholastic achievement. *The Quarterly Journal of Economics*, 114(2), 533–575.
- Baer, K. & Silvani, C. (1997). *Designing a Tax Administration Reform Strategy: Experiences and Guidelines*. IMF Working Papers 97/30, International Monetary Fund.
- Courtemanche, C. & He, D. (2009). Tax incentives and the decision to purchase long-term care insurance. *Journal of Public Economics*, 93(1-2), 296–310.
- Dubin, J. A., Graetz, M. A., & Wilde, L. L. (1989). *The Effect of Audit Rates on Federal Income Tax Filings and Collections, 1977-1986*. Working Papers 711, California Institute of Technology, Division of the Humanities and Social Sciences.
- Gallagher, M. (2004). *Assessing Tax Systems Using a Benchmarking Methodology*. Working Papers fr1001, Development Alternatives, Inc., Fiscal Reform in Support of Trade Liberalization Project.
- Hahn, J., Todd, P., & Van der Klaauw, W. (2001). Identification and estimation of treatment effects with a regression-discontinuity design. *Econometrica*, 69(1), 201–09.
- Hanson, A. (2009). Local employment, poverty, and property value effects of geographically-targeted tax incentives: An instrumental variables approach. *Regional Science and Urban Economics*, 39(6), 721–731.
- Jacob, B. A. & Levitt, S. D. (2003). Rotten apples: An investigation of the prevalence and predictors of teacher cheating. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(3), 843–877.
- Lee, D. S. & Lemieux, T. (2009). *Regression Discontinuity Designs In Economics*. Working Papers 1118, Princeton University, Department of Economics, Industrial Relations Section.
- Nichols, A. (2007). *Causal inference with observational data: Regression Discontinuity and related methods in Stata*. North American Stata Users' Group Meetings 2007 2, Stata Users Group.
- Ponce, J. & Bedi, A. S. (2008). *The Impact of a Cash Transfer Program on Cognitive*

- Achievement: The Bono de Desarrollo Humano of Ecuador*. IZA Discussion Papers 3658, Institute for the Study of Labor (IZA).
- Roth, J., Scholz, J., & Witte, A. (1989). *Taxpayer Compliance: An agenda for research*. Taxpayer Compliance. University of Pennsylvania Press.
- Sillamaa, M. A. (1999). Taxpayer behavior in response to taxation: comment and new experimental evidence. *Journal of Accounting and Public Policy*, 18(2), 165–177.
- Slemrod, J., Blumenthal, M., & Christian, C. (2001). Taxpayer response to an increased probability of audit: evidence from a controlled experiment in minnesota. *Journal of Public Economics*, 79(3), 455–483.
- Swenson, C. W. (1988). Taxpayer behavior in response to taxation: An experimental analysis. *Journal of Accounting and Public Policy*, 7(1), 1–28.
- Torgler, B. (2004). *Moral Suasion: An alternative tax policy strategy? Evidence from a controlled field experiment in Switzerland*. CREMA Working Paper Series 2004-01, Center for Research in Economics, Management and the Arts (CREMA).
- Wenzel, M. & Taylor, N. (2004). An experimental evaluation of tax-reporting schedules: a case of evidence-based tax administration. *Journal of Public Economics*, 88(12), 2785–2799.

Tabla .1: Efecto causal (Ω) sobre TIE, Ingreso e Impuesto (Banda 1)

| Orden del Polinomio | Polinomio Simétrico | | | | | Polinomio Asimétrico | | | | |
|--|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| | 5th | 4th | 3rd | Square | Linear | 5th | 4th | 3rd | Square | Linear |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
| Modelo 1: Impuesto (Miles) | | | | | | | | | | |
| (a) Tratamiento | 42.1* | 30.9* | 27.6* | 30.7** | 19.6** | 104.6** | 86.3** | 77.5*** | 51.8** | 22.7 |
| | (22.5) | (16.5) | (16.5) | (14.0) | (8.5) | (44.5) | (36.0) | (27.1) | (21.2) | (14.4) |
| R-squared | 0.039 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.036 | na | 0.006 | 0.019 | 0.039 | 0.037 |
| Modelo 2: Impuesto (Miles) | | | | | | | | | | |
| (b) Tratamiento | 33.4* | 26.0* | 22.6* | 23.2** | 11.1 | 59.6* | 56.6* | 47.7** | 33.4* | 16.0 |
| | (18.2) | (13.6) | (13.5) | (11.8) | (7.4) | (34.9) | (28.8) | (23.1) | (18.0) | (11.9) |
| Impuesto, t-1 (Miles) | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** |
| | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) |
| R-squared | 0.509 | 0.513 | 0.514 | 0.513 | 0.514 | 0.480 | 0.485 | 0.497 | 0.509 | 0.514 |
| Modelo 1: Ingreso (Millones) | | | | | | | | | | |
| (c) Tratamiento | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 2.5* | 2.6*** | 4.3 | 2.9 | 4.3* | 3.0 | 2.0 |
| | (2.0) | (1.5) | (1.5) | (1.3) | (0.8) | (3.8) | (3.2) | (2.4) | (1.9) | (1.3) |
| R-squared | 0.044 | 0.043 | 0.044 | 0.040 | 0.040 | 0.047 | 0.053 | 0.039 | 0.041 | 0.043 |
| Modelo 2: Ingreso (Millones) | | | | | | | | | | |
| (d) Tratamiento | 0.5 | 1.0 | 0.7 | 1.1 | 0.7 | 2.2* | 0.2 | 1.6* | 1.2 | 0.4 |
| | (1.0) | (0.8) | (0.8) | (0.8) | (0.6) | (1.3) | (1.3) | (0.9) | (0.9) | (0.8) |
| Ingreso, t-1 (Millones) | 1.0*** | 1.0*** | 1.0*** | 1.0*** | 1.0*** | 0.9*** | 1.0*** | 0.9*** | 1.0*** | 1.0*** |
| | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) |
| R-squared | 0.407 | 0.404 | 0.405 | 0.402 | 0.404 | 0.397 | 0.409 | 0.400 | 0.402 | 0.406 |
| Modelo 1: TIE(impuesto/ingreso) | | | | | | | | | | |
| (e) Tratamiento | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.005** | 0.001 | 0.021*** | 0.010* | 0.007* | 0.007** | 0.001 |
| | (0.003) | (0.002) | (0.002) | (0.002) | (0.001) | (0.007) | (0.005) | (0.004) | (0.003) | (0.002) |
| R-squared | 0.013 | 0.014 | 0.015 | 0.014 | 0.003 | na | 0.022 | 0.022 | 0.019 | 0.005 |
| Modelo 2: TIE(impuesto/ingreso) | | | | | | | | | | |
| (f) Tratamiento | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | -0.000 | 0.006 | 0.003 | 0.001 | 0.001 | -0.001 |
| | (0.004) | (0.003) | (0.002) | (0.002) | (0.001) | (0.006) | (0.006) | (0.005) | (0.003) | (0.002) |
| TIE, t-1 | 0.783*** | 0.782*** | 0.783*** | 0.782*** | 0.786*** | 0.776*** | 0.781*** | 0.784*** | 0.784*** | 0.788*** |
| | (0.143) | (0.144) | (0.144) | (0.144) | (0.145) | (0.141) | (0.142) | (0.144) | (0.143) | (0.145) |
| R-squared | 0.566 | 0.567 | 0.566 | 0.565 | 0.564 | 0.565 | 0.567 | 0.567 | 0.567 | 0.563 |
| Obs. | 1,046 | 1,046 | 1,046 | 1,046 | 1,046 | 1,046 | 1,046 | 1,046 | 1,046 | 1,046 |

Significancia: *** 99%, ** 95%, * 90%

Tabla .2: Efecto causal (Ω) sobre TIE, Ingreso e Impuesto (Banda 2)

| Orden del Polinomio | Polinomio Simétrico | | | | | Polinomio Asimétrico | | | | |
|--|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------|----------|----------------|----------------|----------------|
| | 5th | 4th | 3rd | cuadrado | Lineal | 5th | 4th | 3rd | cuadrado | Lineal |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
| Modelo 1: Impuesto (Miles) | | | | | | | | | | |
| (a) Tratamiento | 49.8** | 56.3** | 23.3 | 24.2 | 28.6*** | 107.3* | 71.8* | 105.4*** | 45.9* | 29.1* |
| | (24.1) | (22.7) | (17.2) | (17.3) | (10.4) | (61.0) | (42.5) | (32.5) | (23.5) | (15.0) |
| R-squared | 0.047 | 0.040 | 0.035 | 0.034 | 0.035 | na | 0.046 | na | 0.041 | 0.035 |
| Modelo 2: Impuesto (Miles) | | | | | | | | | | |
| (b) Tratamiento | 36.0* | 39.1** | 22.2 | 22.2 | 17.5** | 66.2 | 46.2 | 60.7** | 33.9* | 20.2 |
| | (19.5) | (18.1) | (13.7) | (13.9) | (8.8) | (46.3) | (32.4) | (26.4) | (19.1) | (12.4) |
| Impuesto, t-1 (Miles) | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** | 0.7*** |
| | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) |
| R-squared | 0.506 | 0.503 | 0.509 | 0.510 | 0.510 | 0.475 | 0.500 | 0.482 | 0.506 | 0.510 |
| Modelo 1: Ingreso (Millones) | | | | | | | | | | |
| (c) Tratamiento | 1.6 | 1.4 | 2.1 | 2.0 | 2.8*** | 3.8 | 5.0 | 3.9 | 2.9 | 2.1 |
| | (2.2) | (2.0) | (1.5) | (1.6) | (1.0) | (5.0) | (3.8) | (2.8) | (2.0) | (1.3) |
| R-squared | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.034 | 0.049 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.037 |
| Modelo 2: Ingreso (Millones) | | | | | | | | | | |
| (d) Tratamiento | 0.6 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 2.3 | 3.2* | 0.9 | 1.1 | 0.7 |
| | (1.0) | (1.1) | (0.8) | (0.8) | (0.7) | (2.3) | (1.8) | (1.3) | (0.9) | (0.8) |
| Ingreso, t-1 (Millones) | 1.0*** | 1.0*** | 1.0*** | 1.0*** | 1.0*** | 0.9*** | 0.9*** | 1.0*** | 1.0*** | 1.0*** |
| | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) |
| R-squared | 0.394 | 0.395 | 0.392 | 0.392 | 0.389 | 0.387 | 0.376 | 0.392 | 0.390 | 0.392 |
| Modelo 1: TIE(impuesto/ingreso) | | | | | | | | | | |
| (e) Tratamiento | 0.007** | 0.010** | -0.001 | 0.000 | 0.005* | 0.027* | 0.004 | 0.018*** | 0.001 | 0.004* |
| | (0.003) | (0.005) | (0.003) | (0.003) | (0.003) | (0.015) | (0.009) | (0.006) | (0.004) | (0.002) |
| R-squared | 0.068 | 0.062 | 0.026 | 0.020 | 0.027 | 0.025 | 0.067 | 0.049 | 0.029 | 0.027 |
| Modelo 2: TIE(impuesto/ingreso) | | | | | | | | | | |
| (f) Tratamiento | 0.002 | 0.005 | -0.000 | -0.000 | 0.002 | 0.014 | -0.002 | 0.006 | -0.001 | 0.001 |
| | (0.004) | (0.004) | (0.003) | (0.003) | (0.002) | (0.010) | (0.008) | (0.005) | (0.004) | (0.002) |
| TIE, t-1 | 0.780*** | 0.777*** | 0.792*** | 0.794*** | 0.792*** | 0.756*** | 0.788*** | 0.777*** | 0.796*** | 0.795*** |
| | (0.148) | (0.149) | (0.156) | (0.158) | (0.158) | (0.135) | (0.153) | (0.148) | (0.157) | (0.157) |
| R-squared | 0.579 | 0.574 | 0.569 | 0.569 | 0.569 | 0.561 | 0.575 | 0.573 | 0.569 | 0.570 |
| Obs. | 913 | 913 | 913 | 913 | 913 | 913 | 913 | 913 | 913 | 913 |

Significancia: *** 99%, ** 95%, * 90%

Tabla 3: Efecto causal (Ω) sobre TIE, Ingreso e Impuesto (Banda 3)

| Orden del Polinomio | Polinomio Simétrico | | | | | Polinomio Asimétrico | | | | |
|--|---------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 5th | 4th | 3rd | cuadrado | Lineal | 5th | 4th | 3rd | cuadrado | Lineal |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
| Modelo 1: Impuesto (Miles) | | | | | | | | | | |
| (a) Tratamiento | 88.4** | 56.1** | 57.9** | 29.4* | 30.2** | 43.6 | 55.8 | 77.8* | 72.2*** | 30.1* |
| | (34.2) | (25.3) | (24.1) | (17.5) | (14.9) | (67.3) | (50.2) | (44.2) | (27.9) | (16.2) |
| R-squared | 0.013 | 0.039 | 0.037 | 0.038 | 0.037 | na | 0.067 | 0.042 | 0.028 | 0.037 |
| Modelo 2: Impuesto (Miles) | | | | | | | | | | |
| (b) Tratamiento | 53.5* | 40.8** | 41.5** | 25.7* | 26.0** | 82.6 | 66.1 | 50.8 | 49.1** | 26.0* |
| | (27.6) | (20.5) | (19.5) | (14.4) | (12.5) | (67.5) | (42.7) | (35.4) | (22.3) | (13.5) |
| Impuesto, t-1 (Miles) | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** | 0.6*** |
| | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) |
| R-squared | 0.413 | 0.423 | 0.422 | 0.428 | 0.427 | 0.374 | 0.402 | 0.421 | 0.417 | 0.427 |
| Modelo 1: Ingreso (Millones) | | | | | | | | | | |
| (c) Tratamiento | 5.5* | 2.4 | 2.7 | 1.7 | 1.9 | 4.5 | 1.8 | 5.1 | 3.5 | 1.8 |
| | (3.1) | (2.2) | (2.1) | (1.6) | (1.3) | (7.8) | (4.8) | (4.1) | (2.4) | (1.5) |
| R-squared | 0.056 | 0.065 | 0.062 | 0.062 | 0.061 | 0.080 | 0.087 | 0.059 | 0.060 | 0.062 |
| Modelo 2: Ingreso (Millones) | | | | | | | | | | |
| (d) Tratamiento | 2.7 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | 0.7 | 6.3 | 1.6 | 3.8* | 1.7 | 0.6 |
| | (1.7) | (1.0) | (1.0) | (0.8) | (0.6) | (4.6) | (2.2) | (2.2) | (1.1) | (0.7) |
| Ingreso, t-1 (Millones) | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** | 0.9*** |
| | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.2) | (0.3) | (0.2) | (0.2) |
| R-squared | 0.627 | 0.641 | 0.641 | 0.645 | 0.644 | 0.564 | 0.641 | 0.610 | 0.637 | 0.645 |
| Modelo 1: TIE(impuesto/ingreso) | | | | | | | | | | |
| (e) Tratamiento | 0.009* | 0.006* | 0.007** | 0.003 | 0.003 | 0.005 | 0.011 | 0.008 | 0.008** | 0.003 |
| | (0.005) | (0.003) | (0.003) | (0.002) | (0.002) | (0.012) | (0.008) | (0.007) | (0.004) | (0.002) |
| R-squared | 0.021 | 0.023 | 0.023 | 0.017 | 0.017 | na | 0.021 | 0.031 | 0.022 | 0.017 |
| Modelo 2: TIE(impuesto/ingreso) | | | | | | | | | | |
| (f) Tratamiento | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.009 | 0.004 | 0.005 | 0.002 |
| | (0.004) | (0.003) | (0.003) | (0.002) | (0.002) | (0.011) | (0.008) | (0.006) | (0.003) | (0.002) |
| TIE, t-1 | 0.462*** | 0.463*** | 0.462*** | 0.466*** | 0.463*** | 0.461*** | 0.454*** | 0.459*** | 0.461*** | 0.466*** |
| | (0.114) | (0.114) | (0.115) | (0.116) | (0.116) | (0.114) | (0.112) | (0.113) | (0.114) | (0.115) |
| R-squared | 0.406 | 0.406 | 0.405 | 0.404 | 0.402 | 0.409 | 0.395 | 0.407 | 0.405 | 0.405 |
| Obs. | 616 | 616 | 616 | 616 | 616 | 616 | 616 | 616 | 616 | 616 |

Significancia: *** 99%, ** 95%, * 90%