

EFICIENCIA DEL GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN Y SUS DETERMINANTES EN EL PERÚ.

EFFICIENCY OF PUBLIC SPENDING ON EDUCATION AND ITS DETERMINANTS IN PERU

Rene Paz Paredes Mamani¹, Edson Apaza Mamani² y Roberto Arpi Mayta³

RESUMEN

La investigación tuvo dos objetivos, el primer objetivo fue construir indicadores para la eficiencia del gasto y la eficiencia física para el logro del desempeño de los estudiantes del segundo grado de primaria el método de análisis envolvente de datos (DEA), el segundo objetivo fue encontrar los determinantes de la eficiencia del gasto en educación. En primer lugar, los resultados muestran que los departamentos más eficientes en el gasto en educación en el periodo 2009-2016, bajo el enfoque DEA con rendimientos constantes a escala tanto bajo el enfoque de orientación al insumo como bajo la orientación al producto fueron Ica y Piura; mientras con rendimientos variables a escala fueron Ica, Piura, Arequipa y Tacna. En segundo lugar, en cuanto a la eficiencia física, los departamentos más eficientes bajo el análisis DEA con rendimientos constantes a escala tanto con orientación al producto como con orientación al insumo fueron Moquegua, Tacna, Madre de Dios,

¹ Magister en Economía por la Pontificia Universidad Católica (PUCP) Lima-Perú, Docente Investigador de RENACYT-CONCYTEC y profesor Asociado de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno-Perú. Correspondencia a rpparedes@unap.edu.pe

² Doctor en Economía y Gestión por la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú y Profesor Principal de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. Enviar correspondencia a capaza@unap.edu.pe.

³ Doctor en Ciencias en Economía Agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo, México, Docente Investigador de RENACYT-CONCYTEC y Profesor Principal de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno-Perú. Correspondencia a rarpi@unap.edu.pe

Este artículo fue recibido 12 de noviembre de 2019, ajustado el 17 de diciembre de 2019 y su publicación aprobada el 25 de diciembre de 2019.

Ucayali y Puno; mientras que bajo rendimientos variables a escala fueron Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Ucayali, Puno, Apurímac y Loreto. En tercer lugar, los resultados sugieren que la eficiencia del gasto público en educación, está positivamente relacionada con los años de educación de la población mayor de 15 años, el estado de calidad del local escolar, y el canon minero, siendo el canon minero el que tiene mayor poder predictivo.

Palabras clave: *Análisis envolvente de dato, eficiencia del gasto, educación primaria,*

ABSTRACT

The research had two objectives, the first objective was to build indicators for the efficiency of expenditure and physical efficiency for the performance of the students of the second grade of primary the method of data envelopment analysis (DEA), the second objective was to find the determinants of the efficiency of education spending. First, the results show that the most efficient departments in education spending in the 2009-2016 period, under the DEA approach with constant returns to scale both under the input orientation approach and under the product orientation, were Ica and Piura; while with variable returns to scale were Ica, Piura, Arequipa and Tacna. Secondly, regarding physical efficiency, the most efficient departments under the DEA analysis with constant returns to scale, both product-oriented and input-oriented, were Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Ucayali and Puno; while low variable returns to scale were Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Ucayali, Puno, Apurímac and Loreto. Third, the results suggest that the efficiency of public spending on education is positively related to the years of education of the population over 15 years of age, the quality status of the school premises, and the mining canon, with the mining canon being the that has greater predictive power.

Keywords: *Data Envelopment Analysis, Expenditure Efficiency and Primary education*

1. INTRODUCCIÓN

La educación siempre fue vista como un determinante del bienestar económico, particularmente la calidad de la educación medida a través de las habilidades cognitivas tiene poderosos efectos económicos (Hanushek y Woßmann 2010). En los últimos 50 años, los gobiernos de países desarrollados han tomado mayor interés en mejorar la calidad educativa. En primer lugar, las mejoras en los resultados académicos elevan el crecimiento económico. En segundo lugar, el gasto público en educación es uno de los rubros más grandes en el presupuesto del sector público y, el sector público es el principal proveedor de la educación en una mayoría de países (Santín y Sicilia 2015). El problema es que en muchos países el gasto público ha crecido sin lograr los resultados esperados, por lo que surge la necesidad de aumentar la eficiencia de los recursos.

En lo referente a la relación entre la educación y el crecimiento económico, para Hanushek y Woßmann (2010), habría tres mecanismos que vinculan estas variables. Primero, la educación puede aumentar el capital humano inherente a la mano de obra, lo que aumenta la productividad laboral y por ende el crecimiento económico. Segundo, la educación puede aumentar la capacidad innovadora de la economía y los nuevos conocimientos sobre nuevas tecnologías, productos y procesos que promueven el crecimiento económico. Tercero, la educación puede facilitar la difusión de la transmisión de conocimiento para entender, procesar nueva información e implementar con éxito nuevas tecnologías que promueve el crecimiento económico.

La educación es un proceso de producción de educación, en el cual los centros educativos no solo utilizan insumos escolares sino también insumos no escolares (Chakraborty, Biswas, and Lewis 2001), tales como habilidades de los estudiantes, características de la escuela, características institucionales, dinero invertido en el sector, entre otros factores, se combinan para producir las habilidades y competencias de los estudiantes, por lo cual el concepto de eficiencia requiere una estandarización de los resultados a través de la entradas utilizadas en el proceso (Agasisti 2014).

En el proceso producción de educación se puede además producir múltiples productos que se asume que se pueden medir por los puntajes de las pruebas de rendimiento (Chakraborty, Biswas, and Lewis 2001), tales como las habilidades cognitivas básicas del estudiante, mediante evaluaciones en lectura, escritura y matemáticas, o en términos de número de estudiantes por año, por el éxito logrado por el estudiante en la admisión a instituciones de educación superior, o por la ganancia potencial futura del estudiante (Chakraborty, Biswas, and Lewis 2001).

La exigencia de mantener un presupuesto público equilibrado y la cantidad de recursos asignados al sector educación, han conllevado a estudios sobre la evaluación del desempeño de las escuelas y la eficiencia del gasto público en educación (Kaczyńska 2016). En esta dirección, la medición de la eficiencia técnica (ratio que mide la relación óptima entre insumos y productos) mediante el enfoque no paramétrico de análisis envolvente de datos (DEA) se ha convertido como una metodología principal para la asignación y la racionalización de los recursos en el sector educación (Lavado

and Cabanda 2009), a que a diferencia de otros enfoques el DEA tiene la ventaja de ser flexible para incorporar múltiples insumos y múltiples productos sin asumir algún supuesto sobre la forma funcional.

La eficiencia con varias escuelas, consideradas como unidades de toma de decisiones (DMU), se puede medir mediante los resultados que involucran la educación estándar: a saber, cognitiva, afectiva y psicomotriz, respectivamente, a través de 1) puntuaciones aritméticas, 2) pruebas psicológicas de las actitudes de los estudiantes, por ejemplo, hacia la comunidad y 3) mediante la capacidad de los estudiantes para comprender y controlar los movimientos corporales (Charnes, Cooper, and Rhodes 1978).

Los determinantes del gasto público en general estaría relacionado con determinantes económicos (el tamaño de gasto de gobierno, variables relacionados a la composición del presupuesto del gobierno, el PBI per cápita, la distribución del ingreso, la participación del sector público en la provisión de servicios públicos, la ayuda externa, estabilidad política) (Greene 2004; Herrera y Pang 2005; Rayp y Van De Sijpe 2007) los determinantes institucionales (tales como la rendición de cuentas, la corrupción, la democracia, la infraestructura social, la gestión financiera y presupuestaria, los años de escolaridad, analfabetismo) (Fonchamnyo y Sama 2016; Greene 2004; Rayp y Van De Sijpe 2007) y los determinantes demográficos y geográficos (la distribución de la edad, la densidad poblacional, el porcentaje de población joven, el porcentaje de la población rural, el tamaño geográfico, el clima, la lengua) (Afonso, Schuknecht, y Tanzi 2005; Greene 2004; Rayp y Van De Sijpe 2007).

En lo referente a los factores que explican la eficiencia del gasto en educación, Maldonado (2008), encuentra que el factor el factor socioeconómico a nivel de regiones tiene una asociación positiva con la eficiencia técnica, es decir, cuanto mejor son las condiciones socioeconómicas de la población mejor sería los resultados educativos que se obtienen en las distintas regiones.

Agasisti (2014), encuentra una relación negativa entre el PBI per cápita y la eficiencia del sistema educativo empleando datos de 20 países de Europa. Este resultado es contra intuitivo ya que la literatura evidencio una correlación positiva entre la educación y desarrollo económico. Para Agasisti (2014), la relación negativa no sería sorprendente en países ricos, en vista que los países ricos invierten más en educación (en términos de gasto por alumno) que otros países, sin embargo, el diferencial en términos de puntaje de rendimiento no sería proporcional al diferencial en recursos, es decir, más recursos no conduce automáticamente a rendimientos más altos. En esta misma dirección Hanushek y Luque (2003), sostiene que dado que los países más ricos se caracterizan por un PBI per cápita más alto, la relación PBI per cápita y la eficiencia sería negativa. Suecia y Noruega son particularmente ineficientes porque tiene un enorme gasto en educación y logra resultados promedios muy bajos (Flores 2017).

De Jorge-Moreno et al. (2018), encuentran que la eficiencia del gasto está relacionada con la estructura familiar del hogar (monoparental, nuclear, y mixta), el nivel educativo de los padres en años y en niveles, tamaño de la escuela, el clima del aula, y el ámbito geográfico (pequeño pueblo, pueblo,

ciudad, capital) y, la titularidad del centro educativo. La eficiencia del gasto guarda una relación directa con estructuras familiares nucleares y mixtas, con los años de educación de los padres y, la titularidad de la escuela y una relación negativa con los niveles de educación de los padres, el tamaño de escuela, con el sexo hombre, y el ámbito geográfico en los distintos niveles.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología de Análisis Envolvente de datos

El análisis de envolvente de datos (DEA) es una técnica no paramétrica, se utiliza para estimar las puntuaciones de eficiencia de las "unidades de toma de decisiones" (DMU, por sus siglas en inglés). En un programa educativo, las escuelas son consideradas como DMU que utiliza insumos para producir resultados (Charnes, Cooper, y Rhodes 1978). El concepto de eficiencia técnica implica el logro de mejores resultados (productos) con costos mínimos (insumos).

El método DEA evita muchos de los problemas económicos más comunes asociados con los análisis de insumo/producto del sector público. Primero, no requiere que la función de producción se especifique en forma paramétrica. Segundo, los escalares de eficiencia resultantes se basan en métodos extremos, es decir, valores máximos o mínimos que definen una frontera de eficiencia de unidades de toma de decisiones comparables (DMU) en lugar de valores promedio. El método estima los objetivos con referencia

al mejor rendimiento para valores dados, a diferencia de la regresión que estima los objetivos con referencia al rendimiento promedio (Chalos 1997).

El DEA dado un conjunto de DMUs identifica el conjunto de posibilidades de producción y la frontera de eficiencia basado en observaciones empíricas, lo cual hace la distinción entre unidades de eficiencia e ineficiencia. el DEA mide la "eficiencia técnica", la que corresponde a la capacidad que tiene una unidad de producción, de ocupar el mínimo de insumos para generar una cantidad dada de producto (orientación *input*) de la misma forma, generar el máximo de unidades de producto a partir de una determinada cantidad de insumos (orientación *output*).

DEA orientada al insumo

La estructura del modelo de DEA con rendimientos constantes a escala para la unidad de toma de decisión i (DMU_i) en su versión dual es la siguiente:

$$\theta_i^* = \underbrace{\min}_{\lambda, \theta} \theta_i \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j x_{nj} \leq \theta_i x_{ni} \quad n=1,2,\dots,N; \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j y_{mj} \geq y_{mi} \quad m=1,2,\dots,M; \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,J. \quad (5)$$

Donde DMU_i es uno de los $DMUs$ bajo evaluación, y x_{ni} y y_{mi} son el ni -ésimo insumo y mi producto para la DMU_i , y θ_i^* representa el score de eficiencia (orientado al insumo) de DMU_i . Desde que $\theta_i = 1$ es una solución factible, el valor óptimo para el problema es, $\theta_i^* \leq 1$. Si $\theta_i^* = 1$, entonces, los niveles de insumo actuales no puede ser reducido (proporcionalmente), indicando que DMU_i esta sobre la frontera. Por otro lado, si $\theta_i^* < 1$, entonces la DMU_i esta dominado por la frontera. Con la información de la Tabla 1, se ilustra el DEA orientado al insumo.

Tabla 1. Ilustración del DEA orientado al insumo

DMU	Insumos		Producto
	x ₁	x ₂	Y
1	1	5	2
2	2	2	2
3	4	1	2
4	6	1	2
5	4	4	2

A partir de la Tabla 1, el problema para la DMU5 (i=5), resulta:

$$\theta_5^* = \min_{\lambda, \theta_5} \theta_5 \quad (6)$$

Sujeto a:

$$1\lambda_1 + 2\lambda_2 + 4\lambda_3 + 6\lambda_4 + 4\lambda_5 \leq 4\theta_5 \quad (7)$$

$$5\lambda_1 + 2\lambda_2 + 1\lambda_3 + 1\lambda_4 + 4\lambda_5 \leq 4\theta_5 \quad (8)$$

$$2\lambda_1 + 2\lambda_2 + 2\lambda_3 + 2\lambda_4 + 2\lambda_5 \geq 2 \quad (9)$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 = 1 \quad (10)$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5 \geq 0 \quad (11)$$

Al resolver se obtiene una solución óptima única de $\theta_5^* = 0.5$, $\lambda_1^* = 0$, $\lambda_2^* = 1$, $\lambda_3^* = 0$, $\lambda_4^* = 0$ y $\lambda_5^* = 0$, lo que indica que DMU_2 es el punto de referencia para DMU_5 , por consiguiente DMU_5 debería reducir x_1 y x_2 hasta la cantidad empleada por DMU_2 .

DEA orientada al producto

La medida de eficiencia radial de Farrell orientada al producto, θ_i , para cada unidad, i , de un conjunto de observaciones J , se calcula resolviendo el siguiente programa lineal configurado según la definición de la medida, se resuelve con el cambio necesario para la medida inversa $\phi_i = 1/\theta_i$ para mantener un problema de programación lineal:

$$\frac{1}{\theta_i} = \underbrace{\text{Max}}_{\lambda, \phi} \phi_i \quad (12)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j y_{mj} \geq \phi_i y_{mi} \quad m=1,2,\dots,M; \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j x_{nj} \leq x_{ni} \quad n=1,2,\dots,N; \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j = 1 \quad (15)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,J. \quad (16)$$

El valor obtenido de ϕ_i es la eficiencia de la i -ésima unidad de toma de decisiones (DMU), que puede tomar valores entre 0 y ∞ . La inversa de varía

ϕ_i entre 1 y 0 y es el *score* de eficiencia técnica. Si es igual a 1, implica que DMU está situado en la frontera de referencia, es decir, será técnicamente eficiente de acuerdo a la definición de (Farrell 1957); pero si es menor que 1, DMU_i es ineficiente. En el caso de escuelas, lo que se hace es comparar una escuela con otras escuelas de similares características, para lo cual se estima una frontera eficiente para las mejores escuelas y, que sirve de referencia para medir la eficiencia relativa de cada escuela con respecto a dicha frontera.

El problema DEA orientado al producto para el Perú por regiones

Modelo de eficiencia del gasto con DEA orientado al producto, es:

$$\frac{1}{\theta_i} = \underset{\lambda, \phi}{\text{Max}} \phi_i \quad (17)$$

Sujeto a:

$$\lambda_{11}y_{11} + \lambda_{12}y_{12} + \lambda_{13}y_{13} + \dots + \lambda_{124}y_{124} \geq \phi_i y_{1i} \quad (18)$$

$$\lambda_{21}y_{21} + \lambda_{22}y_{22} + \lambda_{23}y_{23} + \dots + \lambda_{224}y_{224} \geq \phi_i y_{2i} \quad (19)$$

$$\lambda_{11}x_{11} + \lambda_{12}x_{12} + \lambda_{13}x_{13} + \dots + \lambda_{124}x_{124} \leq x_{1i} \quad (20)$$

$$\lambda_{21}x_{21} + \lambda_{22}x_{22} + \lambda_{23}x_{23} + \dots + \lambda_{224}x_{224} \leq x_{2i} \quad (21)$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j = 1 \quad (22)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (23)$$

Modelo de eficiencia de física con DEA orientado al producto, es:

$$\frac{1}{\theta_i} = \underset{\lambda, \phi}{\text{Max}} \phi_i \quad (24)$$

Sujeto a:

$$\lambda_{11}y_{11} + \lambda_{12}y_{12} + \lambda_{13}y_{13} + \dots + \lambda_{124}y_{124} \geq \phi_i y_{1i} \quad (25)$$

$$\lambda_{21}y_{21} + \lambda_{22}y_{22} + \lambda_{23}y_{23} + \dots + \lambda_{224}y_{224} \geq \phi_i y_{2i} \quad (26)$$

$$\lambda_{31}x_{31} + \lambda_{32}x_{32} + \lambda_{33}x_{33} + \dots + \lambda_{324}x_{324} \leq x_{3i} \quad (27)$$

$$\lambda_{41}x_{41} + \lambda_{42}x_{42} + \lambda_{43}x_{43} + \dots + \lambda_{424}x_{424} \leq x_{4i} \quad (28)$$

$$\lambda_{51}x_{51} + \lambda_{52}x_{52} + \lambda_{53}x_{53} + \dots + \lambda_{524}x_{524} \leq x_{5i} \quad (29)$$

$$\lambda_{71}x_{71} + \lambda_{72}x_{72} + \lambda_{73}x_{73} + \dots + \lambda_{724}x_{724} \leq x_{7i} \quad (30)$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j = 1 \quad (31)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (32)$$

Donde:

Productos

y_{1j} = logro en matemáticas del 2° grado primaria.

y_{2j} = logro en comprensión lectora del 2° grado primaria.

Insumos

x_{1j} = Gasto en educación primaria por alumno (soles corrientes) en la región j.

x_{2j} = Gasto en educación inicial por alumno (soles corrientes) en la región j.

x_{3j} = Número de alumnos por docente en la región j.

x_{4j} = Tamaño promedio de clase en la región j (números de alumnos).

x_{5j} = Local en buen estado en la región j (% del total)

x_{6j} = Tenencia de agua en la región j. (% del total)

x_{7j} = Locales públicos con los tres servicios básicos (% del total)

El modelo DEA con orientación al insumo para la eficiencia del gasto y la eficiencia física se encuentra en el Anexo 1.

Determinantes de la eficiencia del gasto

$$\theta_i = \alpha + \beta_1 PLEBE_i + \beta_2 AEDU_i + \beta_3 \log(CANON) + \beta_4 [\log(CANON)]^2 + \varepsilon_i \quad (32)$$

Donde:

θ_i : Eficiencia del gasto en educación, obtenido mediante el análisis DEA-VRS con orientación al producto.

PLEBE: Proporción de locales escolares en buenas condiciones

AEDU: Años de educación promedio para mayores de 15 años.

CANON. Monto de transferencia por canon minero (Miles de soles)

Datos

Para realizar el estudio se emplea los promedios de los datos anuales del periodo 2009-2016, que se encuentran disponibles en la página web del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Para el análisis DEA de la eficiencia del gasto y eficiencia física, se emplea el promedio de los datos del periodo 2009-2016, que aparecen en la Tabla 2, los estadísticos descriptivos en lo referente a la media, desviación estándar, valores mínimos y máximos aparecen en la parte inferior. En cuanto al porcentaje de estudiante que lograron los aprendizajes en comprensión lectora a nivel de departamentos, Tacna ocupa el primer lugar con el 59%, seguido por Moquegua con 58%, que sitúan muy por encima del promedio nacional que es de 32.6%. En el último lugar, lugar se sitúa Loreto con apenas con un 10%

de estudiantes que lograron la asignatura antes menciona. El resultado va en la misma dirección en matemática, aunque el porcentaje de estudiantes que logran los aprendizajes en esta asignatura es menor en comparación a comprensión lectora tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos y estadísticas descriptivas para el análisis DEA

Región	DMU	y_{1j}	y_{2j}	x_{1j}	x_{2j}	x_{3j}	x_{4j}	x_{5j}	x_{6j}	x_{7j}
Amazonas	DMU1	28	22	2394	2335	18	19	30	57	35.9
Ancash	DMU2	28	15	2709	2187	13	15	18	80	57.8
Apurímac	DMU3	22	14	3006	2908	13	15	10	59	36.1
Arequipa	DMU4	52	27	2755	2144	13	16	32	75	62.5
Ayacucho	DMU5	34	21	2887	3366	13	14	21	62	36.9
Cajamarca	DMU6	29	20	2212	1631	15	16	24	60	31.8
Cusco	DMU7	30	18	2446	2020	16	18	21	60	41.2
Huancavelica	DMU5	23	17	2879	3256	14	16	16	62	35.8
Huánuco	DMU9	20	12	2196	2599	18	19	20	49	29.1
Ica	DMU10	42	26	2198	1505	13	18	30	80	66.3
Junín	DMU11	36	23	2286	2020	16	17	17	59	39.9
La Libertad	DMU12	33	19	2191	1672	17	19	23	66	45.7
Lambayeque	DMU13	37	19	2143	1427	16	19	23	56	43.3
Lima	DMU14	45	23	2699	1945	15	19	26	83	76.8
Loreto	DMU15	10	4	2248	1786	21	22	24	12	6.8
Madre de Dios	DMU16	25	11	3365	2517	16	19	15	32	19.5
Moquegua	DMU17	58	39	3863	3493	8	12	23	83	69.3
Pasco	DMU18	32	20	3323	2148	14	15	17	46	32.3
Piura	DMU19	35	21	1941	1246	20	21	28	54	34
Puno	DMU20	32	21	2469	2201	12	14	13	47	29.1
San Martín	DMU21	25	14	2138	1518	20	21	21	50	30
Tacna	DMU22	59	41	3914	2419	11	16	31	75	67
Tumbes	DMU23	30	15	3548	2340	13	17	20	84	68.1
Ucayali	DMU24	18	7	2226	1509	21	22	25	16	9
	Media	32.6	19.5	2668.2	2174.7	15.3	17.5	22.0	58.6	41.8
	D. Est.	11.9	8.4	572.3	619.3	3.3	2.7	5.8	19.3	18.9
	Min	10	4	1941	1246	8	12	10	12	6.8
	Max	59	41	3914	3493	21	22	32	84	76.8

Fuente: Elaboración en base a INEI 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados de eficiencia del gasto con dos productos y un insumo

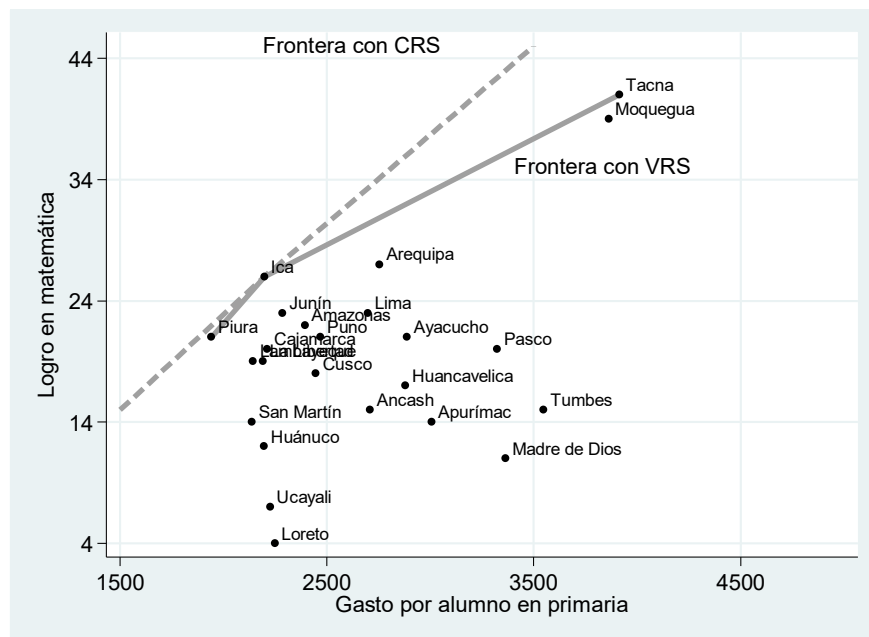
Al realizar el análisis del DEA con un solo producto y un solo insumo, en el caso de logro en matemática y el gasto en educación primaria, los resultados del DEA con rendimientos constantes a escala sugieren que la región más eficiente es Ica, en cambio con rendimientos variables a escala las regiones más eficientes en el gasto en educación son Ica, Piura y Tacna tal como se muestra en la Figura 1. En el caso de comprensión lectora, los resultados son prácticamente similares, tal como se observa en el Anexo 2.

En el departamento de Loreto, durante el periodo 2009-2016, el gasto promedio anual fue de 2248 soles por alumno en primaria, mientras que en Ica fue de 2198 soles, sin embargo, el porcentaje de alumnos del 2° grado primaria que logran los aprendizajes en la evaluación ECE en Ica fue de 26% en comparación a Loreto que apenas alcanzó un 4%.

Los departamentos de Tacna y Moquegua durante el periodo 2009-2016, tuvieron el mayor gasto promedio anual por alumno en primaria (de 3914 soles y 3863 soles, respectivamente) en comparación al resto de departamentos, pero también son los departamentos que mayor porcentaje de logro han tenido en las evaluaciones ECE durante ese periodo, Tacna se sitúa en la frontera de eficiencia y Moquegua muy cerca de la frontera (Figura 1). En Tacna y Moquegua el 41% y 39% de estudiantes, respectivamente, lograron los aprendizajes en matemática, mientras que en comprensión lectora lograron el 59% y 58%, respectivamente.

El departamento de Ica que se sitúa en la frontera de eficiencia, prácticamente necesita duplicar el gasto por alumno en primaria para alcanzar el porcentaje de logro alcanzado por Tacna. Asimismo, los resultados, sugieren también que hay mucho espacio para la intervención del Estado, en vista que el periodo de análisis el mayor porcentaje de estudiantes no han logran los aprendizajes en las asignaturas mencionadas. Es decir, para lograr mejores resultados se requiere mayores recursos y el uso eficiente de esos recursos.

Figura 1: Eficiencia del gasto en educación primaria en el logro en matemática 2009-2016



3.2. Resultados del DEA para la eficiencia del gasto

Los resultados del DEA para la eficiencia del gasto con orientación al producto e insumo, con rendimientos constantes a escala (CRS) y con

Eficiencia del gasto público en educación y sus determinantes

rendimientos variables a escala (RVS) para los estudiantes del segundo grado de primaria, empleando datos promedios del periodo 2009-2016 se muestran en la Tabla 3. El DEA con CRS tanto con orientación al producto como con orientación al insumo, muestran que los departamentos más eficientes son Ica y Piura; mientras que con RVS los departamentos más eficiencia resultaron ser Ica, Piura, Arequipa y Tacna. En el otro extremo se sitúan los departamentos de Ucayali, Apurímac, Madre de Dios y Loreto como los menos eficientes.

Tabla 3: Eficiencia del gasto en educación inicial y primaria en el logro de aprendizaje

Departamentos	DMU:j	DEA orientado al producto				DEA orientado al insumo			
		Con CRS		Con VRS		Con CRS		Con VRS	
		Ranking	$\hat{\theta}_i$	Ranking	$\hat{\theta}_i$	Ranking	$\hat{\theta}_i$	Ranking	$\hat{\theta}_i$
Ica	dmu:10	1	1	1	1	1	1	1	1
Piura	dmu:19	1	1	1	1	1	1	1	1
Arequipa	dmu:4	3	0.99	1	1	3	0.99	1	1
Tacna	dmu:22	4	0.98	1	1	4	0.98	1	1
Lambayeque	dmu:13	5	0.93	6	0.93	5	0.93	6	0.94
Lima	dmu:14	6	0.87	7	0.91	6	0.87	12	0.88
Moquegua	dmu:17	7	0.85	5	0.99	7	0.85	5	0.97
Junín	dmu:11	8	0.85	8	0.86	8	0.85	8	0.89
La Libertad	dmu:12	9	0.79	10	0.79	9	0.79	9	0.89
Amazonas	dmu:1	10	0.78	9	0.79	10	0.78	15	0.83
Cajamarca	dmu:6	11	0.76	11	0.77	11	0.76	11	0.88
Puno	dmu:20	12	0.72	12	0.74	12	0.72	17	0.79
Cusco	dmu:7	13	0.64	14	0.66	13	0.64	16	0.79
Ayacucho	dmu:5	14	0.62	13	0.68	14	0.62	20	0.67
San Martín	dmu:21	15	0.61	15	0.62	15	0.61	7	0.91
Ancash	dmu:2	16	0.54	17	0.55	16	0.54	18	0.72
Pasco	dmu:18	17	0.54	16	0.60	17	0.54	22	0.58
Huancavelica	dmu:8	18	0.50	18	0.53	18	0.50	19	0.67
Huánuco	dmu:9	19	0.48	20	0.48	19	0.48	10	0.88
Tumbes	dmu:23	20	0.46	19	0.53	20	0.46	24	0.55
Ucayali	dmu:24	21	0.43	23	0.43	21	0.43	13	0.87
Apurímac	dmu:3	22	0.39	22	0.43	22	0.39	21	0.65
Madre de Dios	dmu:16	23	0.39	21	0.45	23	0.39	23	0.58
Loreto	dmu:15	24	0.23	24	0.23	24	0.23	14	0.86

En un análisis en la misma dirección Maldonado (2008), con información del año 2004, encuentra que las Unidades de Decisión eficientes son Callao,

Cusco, Junín, La Libertad, Lambayeque, Piura, Tacna, Arequipa, Ica y Moquegua. Es decir, encontró 6 unidades de decisión eficientes más con respecto al encontrado en este estudio. Por su parte, Ponce (2007), con información a nivel departamental del periodo 2004-2005, encontró que las escuelas del sexto de primaria que pertenecen a la región Tacna se sitúan en la frontera de eficiencia, mientras que el resto se consideraron dentro del grupo de regiones ineficientes.

3.3. Resultados del modelo DEA para la eficiencia física

En cuanto a la estimación DEA tanto con orientación al producto como con orientación al insumo, bajo el enfoque CRS, empleando 2 productos (logro en comprensión lectora y matemática) y 5 insumos (número de alumnos por docente en la región, tamaño de clase en la región, local en buen estado en la región, tenencia de agua en la región, tenencia de internet en la región), los resultados sugieren que los departamentos más eficientes son 5 (Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Ucayali y Puno); mientras que bajo el enfoque VRS los departamentos con mayor eficiencia física (tanto con orientación al producto como con orientación al insumo) resultan Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Ucayali, Puno, Apurímac y Loreto. En el otro extremo, se encuentran Ancash, Huancavelica, Tumbes y Huánuco (Tabla 4).

Maldonado (2008), con datos del 2004, descubre 18 DMUs con mayor eficiencia técnica bajo la orientación al producto y con VRS (Arequipa, Callao, Cusco, Huánuco, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Loreto, Moquegua, Pasco, Piura, Tacna, Tumbes, Ucayali, Amazonas y Apurímac), mientras que con CRS encuentra 16 DMUs (Arequipa, Callao, Cusco,

Huánuco, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Loreto, Moquegua, Pasco, Piura, Tacna, Tumbes, y Ucayali). Asimismo, encuentra que las DMUs menos eficientes bajo la orientación al producto y con VRS fueron Puno, San Martín, Cajamarca, Ancash, Madre de Dios, Huancavelica y Ayacucho.

Tabla 4. Resultados DEA para la eficiencia física 2009-2016

Departamentos	DMU:j	DEA orientado al producto				DEA orientado al insumo			
		Con CRS		Con VRS		Con CRS		Con VRS	
		Ranking	$\hat{\theta}_i$	Ranking	$\hat{\theta}_i$	Ranking	$\hat{\theta}_i$	Ranking	$\hat{\theta}_i$
Moquegua	dmu:17	1	1	1	1	1	1	1	1
Tacna	dmu:22	1	1	1	1	1	1	1	1
Madre de Dios	dmu:16	1	1	1	1	1	1	1	1
Ucayali	dmu:24	1	1	1	1	1	1	1	1
Puno	dmu:20	1	1	1	1	1	1	1	1
Apurímac	dmu:3	11	0.87	1	1	11	0.87	1	1
Pasco	dmu:18	6	0.95	8	0.98	6	0.95	8	0.99
Arequipa	dmu:4	7	0.92	9	0.93	7	0.92	11	0.93
Ayacucho	dmu:5	8	0.91	11	0.91	8	0.91	9	0.98
Piura	dmu:19	9	0.89	7	0.98	9	0.89	10	0.97
Junín	dmu:11	10	0.88	10	0.91	10	0.88	14	0.88
Cajamarca	dmu:6	12	0.87	13	0.89	12	0.87	13	0.89
Lambayeque	dmu:13	13	0.86	14	0.88	13	0.86	15	0.87
Amazonas	dmu:1	14	0.86	12	0.89	14	0.86	17	0.86
Loreto	dmu:15	15	0.76	17	0.76	15	0.76	1	1
Lima	dmu:14	16	0.75	15	0.77	16	0.75	23	0.76
La Libertad	dmu:12	17	0.70	18	0.75	17	0.70	24	0.73
Cusco	dmu:7	18	0.70	19	0.74	18	0.70	21	0.78
Ica	dmu:10	19	0.70	20	0.72	19	0.70	20	0.79
San Martín	dmu:21	20	0.70	16	0.76	20	0.70	22	0.77
Ancash	dmu:2	22	0.62	23	0.62	22	0.62	12	0.89
Huancavelica	dmu:8	21	0.67	21	0.69	21	0.67	16	0.87
Tumbes	dmu:23	23	0.59	24	0.59	23	0.59	19	0.82
Huánuco	dmu:9	24	0.58	22	0.62	24	0.58	18	0.83

Los resultados encontrados en este estudio podrían deberse a diferencia de Maldona (2008) al periodo de análisis. En este estudio se emplea los datos

promedio del periodo 2009-2016, mientras que Maldonado (2008) emplea los datos del 2004.

3.4. Factores determinantes de la eficiencia del gasto en educación

Antes de emplear el modelo de regresión para la eficiencia del gasto, se estimó la correlación entre las variables, los resultados que se muestran en la Tabla 5, sugieren que la eficiencia del gasto se correlaciona negativamente con el tamaño de clase y positivamente con la proporción de locales escolares en buenas condiciones y también con los años de educación promedio para mayores de 15 años. Asimismo, la correlación entre las variables independientes empleadas es relativamente baja (por debajo de 0.5), lo que sugiere que no existe multicolinealidad entre las variables explicativas.

Tabla 5. Correlación entre las variables empleadas en el modelo de regresión

	θ_i	AEDU	PLEBE	Log(CANON)	[Log(CANON)] ²
θ_i	1				
AEDU	0.553	1			
PLEBE	0.5807	0.3114	1		
Log(CANON)	0.5637	0.3496	0.002	1	
[Log(CANON)] ²	0.5319	0.4203	0.0756	0.963	1

Donde:

θ_i : Eficiencia del gasto en educación, obtenido mediante el análisis DEA-VRS con orientación al producto.

AEDU: Años de educación promedio para mayores de 15 años.

PLEBE: Proporción de locales escolares en buenas condiciones.

Canon: Monto de transferencia por canon minero (Miles de soles)

En lo concerniente a los factores que explican la eficiencia del gasto público en educación, los resultados de la estimación que se muestra en la Tabla 6, sugieren que la eficiencia del gasto en educación está positivamente relacionada a los años de educación de la población mayor de 15 años, el estado de calidad del local escolar, y el canon minero. Con respecto al canon minero, los resultados indican que la eficiencia gasto crece conforme aumenta el canon minero pero ese crecimiento se hace a tasas decrecientes, debido a que deriva parcial con respecto al canon minero es positiva, pero la segunda deriva con respecto al canon minero es negativa.

Tabla 6. Determinantes de la eficiencia del gasto

VARIABLES	Beta ($\hat{\beta}$)	Intervalos de confianza		Beta normalizada ($\tilde{\beta}$)
Años de educación promedio para mayores de 15 años	0.0838*** (0.0348)	[0.0108	0.1567]	0.309
Proporción de locales escolares en buenas condiciones	0.0219*** (0.0047)	[0.0120	0.0318]	0.562
Log(CANON)	0.0769*** (0.0025)	[0.0232	0.1306]	1.492
[Log(CANON)] ²	-0.0039*** (-0.0018)	[-0.0077	-0.00005]	-1.077
Constante	-0.8770 (-0.2990)	[-1.503	-0.251]	
F(4, 20)	23.93			
Prob > F	0			
R-cuadrado	0.76			
Número de observaciones	24			

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, denotan nivel de significancia al 1%, 5% y 10%.

Con referente al poder de predicción de las variables independientes, el coeficiente beta normalizado, sugiere que el canon minero tiene mayor capacidad predictiva sobre la eficiencia del gasto, seguido de los locales escolares en buenas condiciones, tal como se muestra en la Tabla 6.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Los departamentos más eficientes en el gasto en educación en el periodo 2009-2016, bajo el análisis DEA con rendimientos constantes a escala tanto bajo el enfoque de orientación al insumo como bajo la orientación al producto fueron Ica y Piura; mientras con rendimientos variables a escala fueron Ica, Piura, Arequipa y Tacna.

Los departamentos con mayor eficiencia física bajo el análisis DEA con rendimientos constantes a escala tanto con orientación al producto como con orientación al insumo fueron Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Ucayali y Puno; mientras que bajo rendimientos variables a escala fueron Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Ucayali, Puno, Apurímac y Loreto. En el otro extremo, se encuentran Ancash, Huancavelica, Tumbes y Huánuco.

La eficiencia del gasto público en educación, está positivamente relacionada con los años de educación de la población mayor de 15 años, el estado de calidad del local escolar, y el canon minero, siendo el canon minero el que tiene mayor poder predictivo.

4.2 Recomendaciones

Los departamentos tienen mucho espacio para mejorar el desempeño de los aprendizajes en comprensión lectora y matemática, en vista que el promedio nacional de porcentaje de logro de aprendizaje para los alumnos del 2° grado de primaria es de 32.6% en comprensión lectora y de 19.5% en matemática para el periodo 2009-2016.

Con el propósito de mejorar la desigualdad en los logros de aprendizaje a nivel de los departamentos, se recomienda al Ministerio de Economía y Finanzas, al Ministerio de Educación y a los gobiernos regionales para la asignación más equitativa de los recursos para la educación.

Se puede lograr mayor desempeño de los alumnos mejorando la eficiencia del gasto, para lo cual se requiere mayores recursos financieros como el canon minero, una mejor calidad de la infraestructura de los locales escolares y una mayor educación de la población.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Afonso, António, Ludger Schuknecht, and Vito Tanzi. 2005. "Public Sector Efficiency : An International Comparison." *Public Choice* 123: 321–47.

Agasisti, Tommaso. 2014. "The Efficiency of Public Spending on Education: An Empirical Comparison of EU Countries." *European Journal of Education* 49(4): 543–57.

- Arias, Juliana, and Alejandro Torres. 2018. "80 119." *Revista Desarrollo y Sociedad* (80): 119–54.
<https://revistas.uniandes.edu.co/doi/10.13043/DYS.80.4>.
- Chakraborty, Kalyan, Basudeb Biswas, and W. Cris Lewis. 2001. "Measurement of Technical Efficiency in Public Education: A Stochastic and Nonstochastic Production Function Approach." *Southern Economic Journal* 67(4): 889–905.
- Chalos, Peter. 1997. "An Examination of Budgetary Inefficiency in Education Using Data Envelopment Analysis." *Financial Accountability and Management* 13(1): 55–69.
<http://doi.wiley.com/10.1111/1468-0408.00026>.
- Charnes, A, W Cooper, and E Rhodes. 1978. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of Operational Research* 2: 429–44.
- Farrell, M.J. 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)* 120(3): 253–90.
<http://www.jstor.org/stable/2343100> .
- Flores, Isabel. 2017. "Modelling Efficiency in Education: How Are European Countries Spending Their Budgets and What Relation between Money and Performance." *Sociologia, Problemas e Praticas* 83: 157–70.
- Fonchamnyo, Dobdinga C, and Molem C Sama. 2016. "Determinants of Public Spending Efficiency in Education and Health : Evidence from Selected CEMAC Countries." *J Econ Finan* 40: 199–210.
- Greene, William. 2004. "Distinguishing between Heterogeneity and Inefficiency : Stochastic Frontier Analysis of the World Health Organization

- 's Panel Data on National Health Care Systems." *Health Economics* 980(September): 959–80.
- Hanushek, E, and L. Woßmann. 2010. "Education and Economic Growth." *International Encyclopedia of Education 2*: 245–52.
- Hanushek, Eric A., and Javier A. Luque. 2003. "Efficiency and Equity in Schools around the World." *Economics of Education Review* 22(5): 481–502.
- Herrera, Santiago, and Gaobo Pang. 2005. "How Efficient Is Public Spending in Education?" *Revista ESPE*: 137–207.
- De Jorge-Moreno, Justo, Javier Díaz, Diana Victoria Rodríguez, and José Miguel Segura. 2018. "Analysis of Educational Efficiency and Its Explanatory Factors Considering the Effect of Ownership in Colombia with Pisa 2012 Data." *Revista Desarrollo Sociedad* 80: 89–118.
- Kaczyńska, Aneta. 2016. "The Efficiency of Public Spending on Primary Education in the Greater Poland Voivodeship." *The Business and Management Review* 7(5): 449–556.
http://www.abrmmr.com/myfile/conference_proceedings/Con_Pro_20588/conference_49984.pdf.
- Lavado, Rouselle F., and Emilyn C. Cabanda. 2009. "The Efficiency of Health and Education Expenditures in the Philippines." *Central European Journal of Operations Research* 17(3): 275–91.
- Maldonado, Mary Y Tam. 2008. *Una Aproximación a La Eficiencia Técnica Del Gasto Público En Educación En Las Regiones Del Perú*. Lima. <https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/una-aproximacion-a-la-eficiencia-tecnica-del-gasto-publico.pdf>.
- Ponce, S. 2007. "Eficiencia Del Gasto Público En Educación: Un Análisis

Por Departamentos.” : 1–84.

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/7302/PONCE_SONO_STEFAHNIE_SOFIA_EFICIENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Rayp, Glenn, and Nicolas Van De Sijpe. 2007. “Measuring and Explaining Government Efficiency in Developing Countries.” *The Journal of Development Studies* 43(2): 37–41.

Santín, Daniel, and Gabriela Sicilia. 2015. “Measuring the Efficiency of Public Schools in Uruguay: Main Drivers and Policy Implications.” *Latin American Economic Review* 24(1).

ANEXO

Anexo 1. Especificación del modelo DEA orientado al insumo para el Perú por regiones

El problema DEA orientado al insumo para la eficiencia del gasto en educación, es:

$$\theta_i^* = \min_{\lambda, \theta} \theta_i \quad (\text{A.1})$$

Sujeto a:

$$\lambda_{11}y_{11} + \lambda_{12}y_{12} + \lambda_{13}y_{13} + \dots + \lambda_{124}y_{124} \geq y_{1i} \quad (\text{A.2})$$

$$\lambda_{21}y_{21} + \lambda_{22}y_{22} + \lambda_{23}y_{23} + \dots + \lambda_{224}y_{224} \geq y_{2i} \quad (\text{A.3})$$

$$\lambda_{11}x_{11} + \lambda_{12}x_{12} + \lambda_{13}x_{23} + \dots + \lambda_{125}x_{125} \leq \theta_i x_{1i} \quad (\text{A.4})$$

$$\lambda_{21}x_{21} + \lambda_{22}x_{22} + \lambda_{23}x_{23} + \dots + \lambda_{225}x_{225} \leq \theta_i x_{2i} \quad (\text{A.5})$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j = 1 \quad (\text{A.6})$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (\text{A.7})$$

El problema DEA orientado al insumo para la eficiencia física en educación, es:

$$\theta_i^* = \min_{\lambda, \theta} \theta_i \quad (\text{A.8})$$

Sujeto a:

$$\lambda_{11}y_{11} + \lambda_{12}y_{12} + \lambda_{13}y_{13} + \dots + \lambda_{124}y_{124} \geq y_{1i} \quad (\text{A.9})$$

$$\lambda_{21}y_{21} + \lambda_{22}y_{22} + \lambda_{23}y_{23} + \dots + \lambda_{224}y_{224} \geq y_{2i} \quad (\text{A.10})$$

$$\lambda_{31}x_{31} + \lambda_{32}x_{32} + \lambda_{33}x_{33} + \dots + \lambda_{325}x_{325} \leq \theta_i x_{3i} \quad (\text{A.11})$$

$$\lambda_{41}x_{41} + \lambda_{42}x_{42} + \lambda_{43}x_{43} + \dots + \lambda_{425}x_{425} \leq \theta_i x_{4i} \quad (\text{A.12})$$

$$\lambda_{51}x_{51} + \lambda_{52}x_{52} + \lambda_{53}x_{53} + \dots + \lambda_{525}x_{525} \leq \theta_i x_{5i} \quad (\text{A.13})$$

$$\lambda_{51}x_{51} + \lambda_{52}x_{52} + \lambda_{53}x_{53} + \dots + \lambda_{525}x_{525} \leq \theta_i x_{5i} \quad (\text{A.14})$$

$$\lambda_{71}x_{71} + \lambda_{72}x_{72} + \lambda_{73}x_{73} + \dots + \lambda_{725}x_{725} \leq \theta_i x_{7i} \quad (\text{A.15})$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j = 1 \quad (\text{A.16})$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (\text{A.18})$$

Donde:

Productos

y_{1j} = logro en matemáticas del 2° grado primaria.

y_{2j} = logro en comprensión lectora del 2° grado primaria.

Insumos

x_{1j} = Gasto en educación primaria por alumno (soles corrientes) en la región j.

x_{2j} = Gasto en educación inicial por alumno (soles corrientes) en la región j.

x_{3j} = Número de alumnos por docente en la región j.

x_{4j} = Tamaño de clase en la región j (números de alumnos).

x_{5j} = Local en buen estado en la región j (% del total)

x_{6j} = Tenencia de agua en la región j. (% del total)

x_{7j} = Locales públicos con los tres servicios básicos (% del total)

Anexo 2: Eficiencia del gasto en educación primaria en el logro en comprensión lectora 2009-2016

