INSTITUTO DE ECONOMÍA

MAGÍSTER en ECONOMÍA

2020

Efectos del Fenómeno El Niño del 2017 sobre el rendimiento académico escolar peruano

Víctor Vilela P.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA

TESIS DE GRADO
MAGISTER EN ECONOMIA

Vilela, Panta, Victor Javier

Diciembre, 2020

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA

Efectos del Fenómeno El Niño del 2017 sobre el rendimiento académico escolar peruano

Victor Javier Vilela Panta

Comisión

Bernardita Vial
Tomás Rau

Santiago, Diciembre de 2020

Efectos del Fenómeno El Niño del 2017 sobre el rendimiento académico escolar peruano

Victor Javier Vilela Panta*

Diciembre, 2020

Resumen

En esta investigación se presentan los efectos del Fenómeno El Niño (FEN) del 2017 sobre el rendimiento académico escolar peruano. Para ello se aprovecha la naturaleza exógena de las precipitaciones pluviales durante el periodo de duración que tuvo el FEN (diciembre 2016 hasta mayo del 2017); de modo que se tienen colegios expuestos a las precipitaciones y colegios que no. Utilizando una metodología de diferencia en diferencias con efectos fijos por colegio se estima que el FEN del 2017 impactó negativamente sobre los puntajes de las pruebas de lectura y matemática de los estudiantes del cuarto grado del nivel de primaria en -0.13 y -0.11 desviaciones estándar, respectivamente; mientras que para los estudiantes del segundo grado del nivel de secundaria no se encuentran efectos significativos en ninguna de las dos pruebas. Adicionalmente, se analizan posibles heterogeneidades del impacto y se evidencia que los estudiantes del nivel primaria que asisten a colegios que se ubican en distritos con mayor actividad agrícola son los más afectados, de la misma manera aquellos estudiantes de nivel socioeconómico bajo y aquellos que asisten a colegios ubicados en zonas con riesgo de inundación. Asimismo, se sugiere que estos impactos negativos en el rendimiento académico se deberían a caídas en los ingresos del hogar y en la pérdida de accesibilidad a la educación (infraestructura y repitencia).

*La tesis fue escrita en la Comisión de Microeconomía del Seminario de Tesis de Magíster, del Instituto de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Especiales agradecimientos a los profesores Bernardita Vial y Tomás Rau por su compromiso, guía y valiosos comentarios; a mi familia por su amor y apoyo desde siempre y a mis amigos, en especial a Santiago, por sus consejos y acompañamiento. Cualquier error u omisión es de mi completa responsabilidad. Comentarios y sugerencias a vjvilela@uc.cl.

1. Introducción

El cambio climático representa una de las mayores preocupaciones del ámbito político del siglo XXI, en donde los niños despiertan un interés particular por la poca capacidad que tienen de reponerse a los daños físicos y psicológicos producto de los desastres ocasionados por los sucesos climáticos[1] (Doherty y Clayton, 2011). Los vínculos entre los eventos climáticos y la educación se explican, de manera particular, porque después de un desastre natural extremo, la infraestructura escolar y los accesos (como carreteras o caminos) que conducen a las escuelas son destruidos, limitando la asistencia a las escuelas; además, los desastres naturales impactan sobre los ingresos de los hogares, obligando a los niños a tomar papel activo en las actvidades económicas del hogar; asimismo, también afectan la salud y el estado nutricional de los niños, debilitando las capacidades de aprendizaje de éstos (UNICEF, 2011; Bartlett, 2008; Oselumese et al., 2016). El ausentismo escolar y la dificultad en el aprendizaje como consecuencia de los desastres naturales son preocupantes por los impactos que pueden generar: en el corto plazo sobre el rendimiento escolar y en el largo plazo sobre la acumulación de capital humano y los ingresos futuros esperados (Banco Mundial, 2010).

El Perú muestra una gran vulnerabilidad ante los fenómenos climáticos, la misma que se ve exacerbada ante eventos como el Fenómeno El Niño (FEN). El FEN en el Perú es un evento climático que se manifiesta en su versión más fuerte (Niño extraordinario) con una ocurrencia periódica de diez años, caracterizándose por anomalías en las precipitaciones y cambios en la temperatura del mar. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), el FEN en su versión extraordinaria, afecta directamente en la pérdida de terrenos agrícolas, la destrucción de la infraestructura productiva, la destrucción de vías de comunicación, la destrucción de infraestructura de saneamiento y ocasiona el incremento de enfermedades[2]. Históricamente, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENHAMI), los FEN acontecidos durante los años 1982/1983, 1997/1998 y 2017 son catalogados, por los impactos generados (asociados a lluvias e inundaciones), como los más fuertes en los últimos cien años en el Perú.

De manera particular, el FEN del 2017 se manifestó mediante intensas precipitaciones, las cuales ocasionaron inundaciones, huaycos, deslizamientos, derrumbes y tormentas; teniendo un impacto más fuerte y acentuado en la costa norte y centro, así como en la sierra central del país, por lo cual fue llamado formalmente como "Niño Costero"[3]. Este evento golpeó fuertemente en la salud de las personas, en la agricultura y en las infraestructura nacional (transporte, educación y vivienda). Debido al impacto desatroso del FEN del 2017 y el estrecho vínculo que existe entre los eventos climáticos extremos como éste y la educación, surge una preocupación justificada por estudiar los efectos del FEN del 2017 sobre variables de logro educativo, por ello, la presente investigación tiene como objetivo principal estudiar y estimar el efecto del FEN del 2017 sobre el rendimiento académico escolar en el Perú.

Al respecto, la evidencia empírica que estudia de manera específica los efectos del FEN sobre el rendimiento académico es acotada, la mayor parte de las investigaciones que estudian los impactos

[1] La vulnerabilidad de los niños está influenciada por los cambios físicos, sociales y emocionales que suceden a lo largo de la infancia. Los niños tienen una probabilidad mayor de morir que los adultos frente los desastres naturales, dado que son más susceptibles a los cambios en la calidad del aire y del agua, la temperatura, la humedad y las infecciones; esto debido a que poseen un sistema inmunológico menos desarrollado (UNICEF, 2011; Eshetu y Tessema, 2017).

[2] Ministerio de Ambiente del Perú (MINAM). "El Fenómeno El Niño en el Perú", 2014.

[3] Recuperado de http://idesep.senamhi.gob.pe

del FEN están enfocados en analizar los efectos sobre variables macroeconómicas y, en menor dimensión, sobre variables de salud como talla y peso (efectos de mediano a largo plazo). Sin embargo, al ser el FEN un evento natural que se manifiesta mediante precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos de tierras (huaycos), la literatura relevante en la que puede agruparse y analizarse es aquella que estudia los efectos de los desastres naturales (huracanes, terremotos, inundaciones, heladas, entre otros) en el rendimiento académico. En ese sentido, estudios realizados para Italia (Di Pietro, 2017), India (Shah y Steinberg, 2013), Australia (Gibbs et al., 2019) y Ethiopia (Eshetu y Tessema, 2017) encuentran que los desastres naturales afectan negativamente sobre el rendimiento académico. Algunos de esos estudios analizan mecanismos de impacto, argumentando que la infraestructura, los ingresos del hogar y la salud de los estudiantes funcionan como las vías a través del cual los desastres naturales impactan sobre el rendimiento escolar.

Para estimar el efecto en esta investigación, se utiliza el FEN del 2017 como un evento exógeno que impacta sobre las precipitaciones pluviales, a partir de ello se estima una ecuación reducida a través de la metodología de diferencia en diferencias con efectos fijos por colegio, en donde la variable de tratamiento es la exposición del colegio a las precipitaciones pluviales y la variable de resultado es el puntaje promedio obtenido en las pruebas estandarizadas. Adicionalmente, se evalúan efectos heterogéneos según el tipo de distrito (agrícola o no agrícola) en el que se ubica el colegio, según el nivel socioeconómico de los colegios (bajo o alto) y según la vulnerabilidad o riesgo de inundación de la zona en la que se encuentra el colegio. Asimismo, con el objetivo de testear posibles mecanismos a través del cual el rendimiento escolar se ve afectado, se plantea el análisis de dos mecanismos: la accesibilidad a la educación (infraestructura y repitencia escolar) y los ingresos del hogar; ambas catalogadas por la literatura como variables que determinan el rendimiento académico y que representan factores de oferta y de demanda de la educación[4], respectivamente.

Los resultados encontrados evidencian que el FEN del 2017 afectó de manera negativa en los puntajes de las pruebas de lectura y matematica del nivel de primaria, en -0.13 y -0.11 desviaciones estándar, respectivamente. Por otro lado, para el nivel de secundaria, no se encontraron efectos significativos en los puntajes de ninguna de las pruebas. Asimismo, se analizan impactos desagregados según el nivel de exposición (cantidad de meses expuesto al FEN), se evidencia que tanto en el nivel de primaria como en el nivel de secundaria, los efectos para cada nivel de exposición (de 1 a 5 meses) son similares en signo a los efectos agregados.

El análisis de heterogeneidad según la pertenecia del colegio a un tipo de distrito (distrito agrícola o no agrícola), muestra que en el nivel de secundaria no se evidencian ningún tipo de efecto diferenciado; mientras que para el nivel de primaria, se encuentra un efecto negativo en el puntaje de matemática de los colegios ubicados en distritos agrícolas; mientras que en los colegios en distritos no agrícolas no se observan efectos. Asimismo, al analizar según el nivel socioeconómico del colegio, en el nivel de secundaria, no se observa efecto alguno; mientras que para el nivel de primaria, para la prueba de lectura, se observa que el efecto puntual sobre los colegios de nivel socioecónómico bajo es casi el doble que el efecto puntual sobre los colegios de nivel socioeconómico alto; en tanto que, para la prueba de matemática, sólo se evidencian efectos negativos significativos en los colegios ubicados en nivel socioeconómico bajo; mientras que, en los colegios de nivel socioeconómico alto no se evidencia efecto alguno. Además, al analizar efectos según la ubicación del colegio en zona de riesgo de inundación o no, en el nivel de secundaria, no se evidencian efectos significativos (consis-

[4]La literatura económica tiene consenso al afirmar que el rendimiento académico está fuertemente determinado por las características de los estudiantes (factores de demanda) y por las características de las escuelas (factores de oferta) (Beltran y Seinfeld, 2012)

tente con los efectos de la forma reducida), en tanto que, en el nivel de primaria, para la prueba de matemática, no existen diferencias en los efectos signficativos encontrados en ambos subgrupos (con riesgo y sin riesgo de inundación); por último, en la prueba de lectura, sólo se evidencian efectos significativos sobre los colegios ubicados en zonas con riesgo de inundación.

Por último, al realizar el análisis de mecanismos, se encuentra evidencia que sugiere que los ingresos del hogar y la accesibilidad a la educación (infraestructura y repitencia) son vías a través del cual el FEN del 2017 afectó sobre el rendimiento académico de los estudiantes.

Esta investigación se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se detalla y discute la literatura relevante; en la sección 3 se describe el FEN en el Perú y sus consecuencias, así como el uso de las pruebas estandarizadas en el Perú y su comportamiento en el tiempo; en la sección 4 se explica la metodología a utilizar y se plantean los modelos a estimar; en la sección 5 se describen los datos utilizados; en la sección 6 se presentan los resultados empíricos; y, por último, en la sección 7 se plantean las conclusiones y recomendaciones.

2. Revisión de Literatura

La literatura empírica que estudia específicamente los efectos del FEN sobre el rendimiento académico escolar es inexistente o escasa. La mayor parte de los estudios que analizan el FEN están enfocados en evaluar sus impactos o efectos sobre variables macroeconómicas y, en menor dimensión, sobre variables de salud como la talla y el peso (efectos de mediano y largo plazo)[5]. Sin embargo, al ser el FEN un evento natural que se manifiesta mediante precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos de tierras (huaycos), la literatura relevante en la que puede agruparse y analizarse es aquella que estudia los efectos de los desastres naturales (huracanes, terremotos, inundaciones, heladas, entre otros) en variables de resultados académicos. Antes de presentar la literatura empírica relevante, es importante mostrar qué dice la literatura económica sobre los factores que determinan el rendimiento académico.

2.1. Rendimiento académico

La mayor parte de los estudios que analizan el rendimiento académico, lo hacen utilizando un indicador de pruebas estandarizadas o de calificaciones (Coleman et al., 1966; Hanushek, 1995; Tejedor y Garcia, 2007). Sobre lo antes mencionado, la literatura económica ha consensuado que el rendimiento académico de los estudiantes está determinado por un conjunto de factores que se pueden agrupar en dos categorías: las características de los estudiantes (factores de demanda) y las características de las escuelas (factores de oferta) (Beltran y Seinfeld, 2012).

Respecto a los factores vinculados a la demanda, autores como Coleman (1968), Piñeros y Rodríguez

[5]Sobre estos tópicos, la literatura es más amplia, estos estudios encuentran que los FEN afectan de manera negativa sobre variables macroeconómicas como el crecimiento del PBI, el precio de los commodities y la inflación (Brunner, 2002; Ubilava, 2012; Cashin et al., 2015); en tanto que, los estudios que analizan los efectos de mediano plazo en la salud de los niños, encuentran que el FEN afecta de manera negativa en los índices de peso, talla y masa muscular de los niños afectados (ya sea en los primeros años de vida o en su etapa como feto) (Danysh et al., 2014 ;Rosales, 2018; Pérez, 2019; Corcuera, 2015).

(1998), Leibowitz (1974) y BID (2008) establecen que las variables familiares y económicas del estudiante, tales como: la educación de los padres, los ingresos de la familia y el gasto familiar impactan de manera positiva en el rendimiento estudiantil. Asimismo, Bieker y Anshel (1973) señalan a la actividad económica de los padres como variable influyente en el nivel de asistencia a la escuela.

Por otro lado, en cuanto a factores vinculados a la oferta de servicios (la escuela), la literatura especializada divide estos factores en tres subcategorías: hardware, software y docentes (Beltran y Seinfeld, 2012). Sobre los factores relacionados al hardware, Fertig y Schmidt (2002) y Woeman (2003) evidencian que la infraestructura del centro escolar y el equipamiento de las aulas influyen en el rendimiento académico. Sobre los factores relacionados al software, Dronkers y Roberts (2003) y Lockheed y Verspoor (1991) muestran que el tipo de gestión educativa y el número de días y duración de las clases inciden sobre el rendimiento de los estudiantes. Por último, sobre los factores relacionados a los docentes, Kane y Staiger (2008), Rothstein (2008) y Carrel y West (2008) han encontrado que unas de las principales causas de las diferencias del rendimiento estudiantil entre las escuelas es el nivel de conocimiento y manejo de material por parte de los docentes. Además, el Banco Mundial (2001) encuentra que profesores con más años de experiencia favorecen en un mayor rendimiento de los estudiantes.

Asimismo, la importancia relativa de cada factor en el rendimiento académico (ya sea demanda u oferta) depende del nivel de desarrollo del país. Brunner y Elacqua (2003) identifican un efecto diferenciado de cada factor en el rendimiento académico, en los países desarrollados, la escuela representa un peso del 80 % y la familia el 20 %; mientras que, en el caso de los países en desarrollo, la escuela representa un peso de 60 % y la familia un 40 %.

2.2. Shocks exógenos sobre el rendimiento académico

El FEN y otros desastres naturales pueden entenderse como shocks exógenos que, en este caso, impactan sobre variables de resultado académico. Al respecto, la literatura empírica que analiza los efectos de los desastres naturales sobre variables de resultado académico es más nutrida que aquella que estudia el efecto del FEN sobre dichas variables, y se enfoca en analizar el efecto sobre variables como la asistencia, la matrícula, la culminación del nivel de estudio y el rendimiento académico (medido como el puntaje obtenido en pruebas de lectura, matemática, entre otros).

Respecto a la asistencia, la matrícula y la culminación del nivel de estudio, la evidencia empírica muestra que los desastres naturales tienen efectos negativos sobre dichas variables, autores como Shah y Steinberg (2017) encuentran que, para el caso de la India, las precipitaciones contemporáneas afectan de manera negativa a la asistencia escolar. En esa misma línea, De Vreyer et al. (2015) analizan, desde una perspectiva de mediano plazo, los efectos de las plagas en Mali, encontrando que los niños nacidos en las áreas afectadas por las plagas presentan menor nivel de matrícula escolar, siendo el efecto más acentuado en las zonas rurales. Asimismo, Rush (2017) muestra que, para el país de Indonesia, los desastres naturales afectan de manera negativa sobre la matrícula escolar y que este efecto se ve amplificado en las áreas pobres.

Respecto a la literatura que estudia los efectos de los desastres naturales asociados a precipitaciones sobre los puntajes obtenidos en las pruebas, Thamtanajit (2020), para el caso de Tailandia, analiza el impacto de las inundaciones severas en el rendimiento académico, haciendo uso de una metodología

de diferencia en diferencias encuentra que este evento natural tuvo un efecto negativo y significativo sobre todas las pruebas tomadas en los niveles bajos de estudio (grado seis y nueve), siendo el impacto en las pruebas entre 0.03 y 0.11 desviaciones estándar. En tanto que, para el nivel alto de estudio (grado nueve) no encuentra efectos significativos.

Asimismo, siguiendo en esa misma línea, Shah y Steinberg (2017) analiza también para la India, el impacto de las precipitaciones en el rendimiento académico, para ello hacen uso de un modelo de datos de panel con efectos fijos a nivel de distrito, encontrando que las precipitaciones tienen un efecto negativo sobre la prueba de matemática y prueba de lectura. Además, Nguyen y Pham (2018) analiza los efectos de los desastres naturales (inundaciones, sequias, heladas y granizadas) en la educación y capacidad cognitiva (pruebas) de los niños entre 12 y 15 años de los países de Etiopia, India, Vietnam y Perú. Utilizando un modelo de datos de panel, los autores encuentran que, para el caso de Vietnam, las inundaciones causan efectos negativos sobre los puntajes de las pruebas. No evidencian efectos significativos de las inundaciones para el caso de la India. Para el caso de Perú, los autores no encuentran efectos significativos de los desastres naturales sobre el rendimiento académico. En su análisis por tipo de desastre, muestran que las inundaciones tienden a causar más efectos dañinos que los otros eventos naturales.

Por otro lado, la literatura que estudia los efectos de los desastres naturales no asociados a precipitaciones como son los huracanes, terremotos o incendios, también evidencian efectos negativos de estos desastres naturales sobre variables de resultados académicos. Autores como Di Pietro (2017), analiza los efectos del terremoto de L'Aquila en resultados académicos de estudiantes universitarios, para ello hace uso de una metodología de diferencia en diferencias y encuentra que este evento aumentó la probabilidad de que los estudiantes abandonen los estudios y disminuyó la probabilidad de que se gradúen a tiempo. Gibbs et al (2019) analizan para Australia, el impacto en el rendimiento académico de los niños expuestos a un gran incendio forestal suscitado en el año 2009, utilizando métodos estadísticos multinivel, encuentran que los niños expuestos al incendio forestal presentaron en promedio niveles menores de puntajes en lectura y matemática. Asimismo, desde una perspectiva de mediano o largo plazo, Crittenden (2013) para el caso de USA, analiza los efectos de la exposición del feto a los Huracanes en el primer trimestre de gestación, mostrando que éstos tiene efectos negativos sobre las pruebas estandarizadas de matemática y lenguaje.

Uno de los pocos estudios encontrados que estudia específicamente el FEN como evento exógeno, es el realizado por Eshetu y Tessema (2017), quienes estudian para Ethiopia el impacto del FEN del 2015/2016 en el rendimiento académico de los estudiantes, haciendo uso de test de medias y regresiones lineales muestran que los estudiantes de las escuelas expuestas al FEN del 2015/2016 obtuvieron resultados promedios en las pruebas de inglés y matemáticas estadísticamente más bajos en comparación con aquellos que no estuvieron expuestos al FEN.

Evidencia cercana al caso peruano, adicional a lo encontrado por Nguyen y Pham (2018), se encuentra la de Mallqui (2019), quien analiza el efecto de las inundaciones y las heladas sobre las pruebas de matemáticas y lenguaje, autor que utiliza un modelo de datos de panel con efectos aleatorios y encuentra que existe un efecto positivo de las inundaciones sobre la prueba de lenguaje, no encontrado efectos significativos sobre la prueba de matemática bajo ningún tipo de evento natural. Como se muestra, ambos estudios para el caso peruano coinciden en no encontrar efectos negativos sobre las pruebas, lo cual discrepa con la literatura internacional relacionada.

De manera general se observa que la mayor parte de la literatura empírica encuentra efectos nega-

tivos de los desastres naturales (asociados o no asociados a precipitaciones) sobre las variables de resultados educativos. En específico, para el caso del Perú, los esfuerzos empíricos muestran que este efecto es positivo o carece de efectos significativos en las pruebas cognitivas. Sin embargo, se debe tener cuidado al leer estos efectos, dado que estas investigaciones se enfocan en un cohorte de estudiantes entre los 12 y 15 años de edad, pertenecientes al nivel de enseñanza de secundaria, entonces no se puede generalizar estos resultados porque podría suceder que para los estudiantes de menor edad o en menor nivel de estudio (nivel primario) los efectos sean distintos a los encontrados.

En ese sentido, esta investigación contribuye de manera específica a la literatura que estudia el efecto de los FEN en variables de rendimiento académico, para lo cual la literatura actual es inexistente o escasa. Asimismo, extiende lo ya estudiado por Mallqui (2019) y Nguyen y Pham (2018), dado que incluye el análisis de efectos diferenciados según el nivel de estudios, es decir, nivel de primaria y de secundaria. Adicionalmente, se presenta como uno de los primeros esfuerzos realizados para el caso peruano; y de manera más general, aporta a la literatura existente sobre los efectos de los desastres naturales en el rendimiento académico.

3. El FEN y las pruebas estandarizadas en el Perú

3.1. El FEN en el Perú

El FEN es un evento muy complejo, que se origina cuando los vientos alisios se debilitan a causa de los cambios de presión atmosférica, provocando que desde Australia e Indonesia lleguen a Sudamérica las aguas cálidas del Océano Pacífico, generando el calentamiento del mar y las posteriores precipitaciones intensas (MINAM, 2014).

Operacionalmente, el comité multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), ha establecido un índice de magnitud y ocurrencia del FEN en la región costera, al cual denominan Índice Costero El Niño (ICEN). De tal manera que se considera un periodo con ocurrencia del FEN cuando el ICEN indique condiciones cálidas durante al menos tres meses consecutivos. Durante la ocurrencia de un FEN, el comportamiento meteorológico en el territorio peruano cambia, generando alteración en las lluvias y la temperatura del aire, específicamente en la vertiente occidental y el altiplano, características que pudieron observarse en los dos FEN extraordinarios ocurridos en los años 1982/1983 y 1997/1998 (MINAM, 2014).

El FEN en el Perú, en sus diversas ocurrencias, ha tenido múltiples impactos, estando asociados los impactos más fuertes y negativos a los FEN extraordinarios. Históricamente, los FEN de los años 1982/1983, 1997/1998 y 2017, han sido considerando por el SEHNAMI como los tres más intensos en los últimos cien años en el Perú. En particular, el FEN del 2017, el cual es motivo de la presente investigación, inició en la cuarta semana de diciembre del 2016 y se prolongó hasta mayo del 2017, con impactos más acentuados en la costa peruana, por lo cual fue llamando oficialmente como el "niño costero". Las intensas precipitaciones ocasionaron inundaciones, huaycos, deslizamientos, derrumbes y tormentas. Esos eventos generaron múltiples daños en todo el país, ocasionando daños a nivel de la salud de las personas, la infraestructura nacional y la agricultura. Lo cual obligó al gobierno peruano a declarar en estado de emergencias a 14 de las 25 regiones del país (INDECI, 2018).

El FEN del 2017 generó daños en la infraestructura de varios sectores, cuya rehabilitación y reconstrucción significó para el estado peruano una inversión de S/. 19 759 millones de soles[6]. En donde, la mayor parte de dicha inversión estaba principalmente destinada para el sector transporte (49.4 %), educación (13.5 %) y saneamiento (10.3 %), tal como se muestra en la Tabla 1. En el sector educación, el impacto en infraestructura fue importante, el INDECI (2018) calcula 3703 colegios afectados y 456 colegios destruidos o inhabitables por el FEN del 2017.

Tabla 1: Inversión en infraestructura según sector

Sector	Inversión (millones S/)	% del total
Transportes	9,760	49.4 %
Educación	2,671	13.5 %
Vivienda	1,114	5.6 %
Saneamiento	2,041	10.3 %
Salud	1,345	6.8 %
Agricultura y riego	1,345	6.8 %
Pistas y veredas	1,483	7.5 %
Total	19,759	100 %

Fuente: Decreto Supremo N°: 091-2017-PCM

3.2. Las pruebas estandarizadas en el Perú

La implementación de las evaluaciones estandarizadas es una práctica común que se realiza en el mundo desde la segunda mitad del siglo pasado, esto con el objetivo de medir la calidad de la educación y utilizar ello para orientar las políticas públicas educativas. En el mundo, la preocupación por la política de evaluación en la educación está liderada e impulsada por la *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA); por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), a través del *Programme for International Student Assesment (PISA)*; y por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC) de la UNESCO (Sánchez y Del Sagrario, 2013).

En el Perú, las pruebas estandarizadas se realizan desde el decenio de 1990. Actualmente, dichas pruebas son llevadas a cabo por el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU) a través de la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE), este censo es aplicado a los estudiantes del segundo y cuarto grado del nivel de primaria y del segundo grado del nivel de secundaria[7], de las escuelas públicas y privadas, con el objetivo de conocer el estado de aprendizaje de los estudiantes respecto a su grado.

Como se muestra en la Figura 1, según los datos obtenidos de la ECE, el promedio nacional del puntaje para el segundo grado del nivel de primaria ha tenido un crecimiento notorio desde el año de su implementación (2007), dicho crecimiento tuvo una caída abrupta en el 2016 para el caso de la prueba de lectura y en el 2017 para el caso de la prueba de matemática. Por otro lado,

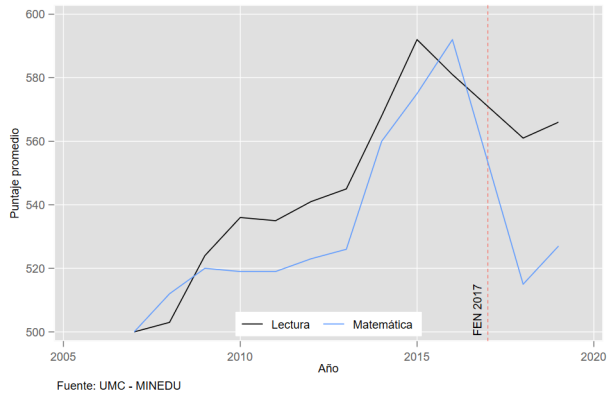
[6] Aproximadamente 6 000 millones de dólares.

[7] Hasta el año 2016 se aplicó a los estudiantes del segundo grado de primaria (posterior a ello el censo se volvió una encuesta muestral con inferencia nacional), a partir del año 2015 se empezó a aplicar al segundo grado de secundaria y desde el 2016 al cuarto grado de primaria.

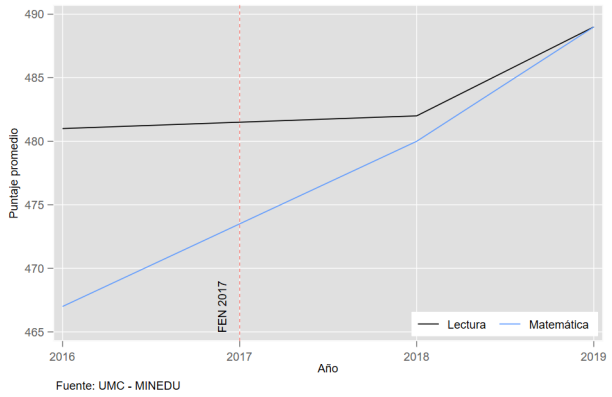
respecto al cuarto grado del nivel de primaria, el promedio del puntaje para la prueba de lectura entre el 2016 y 2018 es muy similar, aumentando dicho promedio en el 2019; mientras que para la prueba de matemática, el puntaje promedio muestra un crecimiento sostenido en el periodo 2016-2019. Respecto al segundo grado del nivel de secundaria, los promedios de las pruebas de lectura y matemática aumentan de manera importante entre los años 2015 y 2016, disminuyendo su crecimiento entre el 2016 y 2018.

A pesar de no contar con una serie larga para el cuarto grado del nivel de primaria y el segundo grado del nivel de secundaria, las trayectorias de la Figura 1 sugieren que el eventual suceso del FEN del 2017 podría haber afectado los promedios en los puntajes entre los años del 2016 y 2018[8], los mismo sucede para el segundo grado del nivel de primaria, cuya serie es más larga.

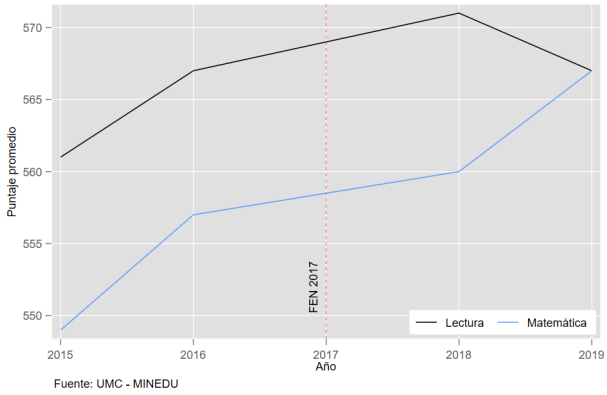
Figura 1: Promedio de puntajes de lectura y matemática (ECE)



(a) Promedio de puntaje de 2^{do} de primaria, 2007-2019



(b) Promedio de puntaje de 4^{to} de primaria, 2016-2019



(c) Promedio de puntaje de 2^{do} de secundaria, 2015-2019

[8]Cabe mencionar que durante los meses de junio y setiembre del año 2017 se desarrolló una huelga de profesores.

4. Metodología

Evaluar el efecto del FEN en el rendimiento escolar, es decir, analizar un efecto causal, implica establecer una estrategia de identificación robusta. Para ello, siguiendo lo realizado por la liteartura empírica, se plantea la estimación de una forma reducida general y posteriormente se propone probar los mecanismos a través del cual el FEN puede estar afectando en el rendimiento académico.

4.1. Forma Reducida

Para alcanzar el objetivo de investigación, se aprovecha la naturaleza exógena del FEN y, siguiendo lo realizado por autores como Di Pietro (2017), Baez y Santos (2007) y De Vreyer et al. (2015), se propone utilizar una estrategia de identificación de diferencia en diferencias con efecto fijo por colegio, en donde la variable de resultado está representada por el puntaje promedio del colegio en las pruebas de la ECE y el tratamiento se define como la exposición del colegio a las lluvias intensas[9]. Se cuenta con un panel de datos de dos periodos, 2016 y 2018 (antes y después del evento), en donde la variable de resultado corresponde al puntaje promedio alcanzado (lectura o matemática) por el colegio "i" en el año 2016 y 2018 para los niveles de enseñanza de cuarto grado de primaria o segundo grado de secundaria. Entonces, la ecuación (reducida) a estimar es la siguiente:

$$Rend_{i,t} = \alpha + \beta X_{i,t} + \lambda DPost_t + \delta DExpos_i + \gamma DPost_t * DExpos_i + \theta_i + e_{i,t}$$

En donde $Rend_{i,t}$ representa el rendimiento escolar promedio (puntaje de matemática o lectura) para el colegio i en el año t, siendo $t = 2016, 2018$, $DPost_t$ es una dummy igual 1 cuando t sea 2018, es decir, posterior al FEN, $DExpos_i$ es una dummy igual a 1 si el colegio fue expuesto al FEN[10], 0 si no, $X_{i,t}$ es un vector de características del colegio y de sus respectivos estudiantes (promedio)[11], θ_i es el efecto fijo por colegio[12] y $e_{i,t}$ es el término de error. En este caso, el parámetro de interés es γ, el cual está asociado a la interacción de las variables $DPost_t$ y $DExpos_i$.

Esta ecuación reducida se realiza por separado para el cuarto grado de primaria y para el segundo grado de secundaria, lo cual permitirá identificar efectos diferenciados de la exposición del FEN en el rendimiento académico según el nivel de estudio[13]. Por último, para evaluar efectos desagregados según el nivel de exposición, se regresionará la ecuación de la forma reducida, pero considerando el tratamiento como el número de meses que estuvo expuesto el colegio al FEN del 2017. La ecuación a estimar considera 5 tipos de tratamiento, desde el tratamiento 1 (exposición por 1 mes) hasta el

[9] Según INDECI (2018), el Fenómeno El Niño del 2017 tuvo una duración de 6 meses (entre diciembre del 2016 y mayo del 2017). Entonces, el colegio puede no estar expuesto (no tratado) o estar expuesto (tratado) entre 1 y 6 meses.

[10] El FEN de los años 2016 y 2017 ocurrió entre diciembre del 2016 y mayo del 2017 (INDECI, 2018), es decir 6 meses aproximadamente.

[11] Las variables consideradas como características del colegio son: el tipo de gestión (público o privado), el área (urbano o rural), el tipo de posesión de servicios públicos (agua, luz y desagüe), el estado de la infraestructura y el ratio docente-alumno; mientras que las variables consideradas como características de los estudiantes son: años de educación de los padres y el nivel socioeconómico del hogar.

[12] Se usa efectos fijos por colegio para explotar los factores no observables de cada colegio.

[13] Según la Currícula Nacional establecida por el MINEDU, la educación básica regular del Perú está conformada por tres niveles: inicial, primaria y secundaria.

tratamiento 5 (tratamiento por 5 meses). En ese sentido, la ecuación a estimar será:

$$Rend_{i,t} = \alpha + \beta X_{i,t} + \lambda DPost_t + \sum_{n=1}^{5} \delta_n DExpos_{i,n} + \sum_{n=1}^{5} \gamma_n DPost_t * DExpos_{i,n} + \theta_i + e_{i,t}$$

4.2. Mecanismos

Luego de estimar la forma reducida, para explicar los resultados obtenidos se procede a testear los mecanismos a través de los cuales el FEN del 2017 pudo haber afectado al rendimiento académico. Nguyen y Pham (2018) plantean un modelo teórico de maximización de utilidad de las familias, donde identifican tres canales, estos son: i) los ingresos del hogar, ii) La accesibilidad a la educación, reflejado en la distancia al colegio, la infraestructura o calidad del mismo; y iii) la afectación de la salud.

Respecto a los ingresos del hogar, existen numerosos estudios que encuentran una relación negativa entre los desastres naturales y los ingresos de las familias (Piñeros y Rodríguez, 1998; Banco Mundial, 2005; BID, 2008). En el modelo planteado, los desastres pueden afectar la principal actividad económica de las familias (cultivos, pérdidas de empleo, entre otros), disminuyendo los ingresos, y al ser la educación de los hijos un bien normal, la demanda de esta disminuye.

Respecto a la accesibilidad y calidad del colegio, existen hallazgos empíricos que demuestran que los desastres naturales pueden afectar la infraestructura de las escuelas y hacer más dificultosa el acceso a la educación (Fertig y Schmidt, 2002; Woebman, 2003). En el modelo, éste mecanismo se refleja como un aumento en el precio de la educación, haciéndola menos accesible, y disminuyendo su demanda.

Por último, respecto a los problemas de salud de los niños, existen diversos estudios que establecen una relación negativa entre los desastres naturales y la salud de los niños (Baez et al., 2010; Datar et al., 2012; De la Barra, 2013; De Bellis y Van Dillen, 2005). En el modelo, los desastres naturales aumentan los problemas de salud, disminuyendo las dotaciones de salud dentro del hogar, obligando a los padres a dedicar mayor gasto en salud y reducir el gasto en educación, además, los problemas en salud también tienen un efecto directo sobre las capacidades cognitivas de los niños.

En ese sentido, en la presente investigación se analizarán dos de estos tres mecanismos: los mecanismos de accesibilidad y calidad de los colegios y el mecanismo de ingresos. No se cuenta con información que permita probar el efecto a través de variables relacionadas a la salud, por ello dicha vía no será testeada.

4.2.1. Accesibilidad y calidad del colegio

En la literatura, autores como Fertig y Schmidt (2002) y Woebman (2003) evidencian que la calidad del centro escolar y el equipamiento de las aulas influyen positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes. Entonces, se propone probar la afectación de los colegios por el FEN como un posible mecanismo de impacto en el rendimiento académico. Para probar este mecanismo se utiliza una estrategia de identificación de diferencia en diferencias con efectos fijos por colegio. En donde la

variable de resultados es el estado del colegio (afectado o no afectado)[14], y el tratamiento se define como la exposición del colegio a las precipitaciones. Entonces la ecuación a estimar es la siguiente:

$$Y_{i,t} = \alpha + \lambda DPost_t + \delta DExpos_i + \gamma DPost_t * DExpos_i + \theta_i + e_{i,t}$$

Donde $Y_{i,t}$ es la variable de precariedad, en este caso sería el estado del colegio (1 si es afectado y 0 si no es afectado), para el colegio i en el año t, , siendo $t = 2016, 2018$, $DPost_t$ es una dummy igual 1 cuando t sea 2018, es decir, posterior al FEN, $DExpos_i$ es una dummy igual a 1 si el colegio fue expuesto al FEN, 0 si no, θ_i es el efecto fijo por colegio y $e_{i,t}$ es el término de error. En este caso, el parámetro de interés es γ.

Adicionalmente, una variable idónea de accesibilidad a la educación sería la tasa de inasistencia de los estudiantes al colegio (si el colegio o la comunidad colindante está afectada, es más dificil acceder al colegio); sin embargo, dada la limitación de la información, no se puede contar con dicha variable, por ello se ha decidido utilizar como variable proxy de ésta la tasa de repitencia del colegio. Esta asociación realizada entre inasistencia y repitencia se basa en la evidencia de autores como Del Valle (2010) y Ramos (2013), quienes identifican que la inasistencia o ausentismo escolar tiene incidencia o está asociada de manera directa con la repitencia escolar, relación que se explica porque los niños que no asisten al colegio alteran su itinerario académico, haciendo que sean más propensos a no cumplir con los objetivos académicos y repitan el año académico (Garcia et al., 2010).

Cabe mencionar que la variable repitencia podría ser también considerada y analizada como una variable de resultado; sin embargo, en esta investigación se analizará esta variable como una proxy de inasistencia, que es considerada un mecanismo a través del cual el FEN del 2017 pudo afectar en el rendimiento académico. Considerar esta variable como mecanismo se sustenta en lo estudiado por Piedra (2014) y Cervini et al. (2017), autores que identifican a la repitencia como una determinante importante del rendimiento académico, siendo la repitencia un factor que disminuye el desempeño académico de los estudiantes. En ese sentido, un impacto sobre la tasa de repitencia del año 2017 podría tener incidencia sobre los rendimientos académicos del año 2018 o posteriores años.

En la ecuación a estimar, la variable dependiente será la tasa de repitencia, que se define como la proporción de estudiantes matriculados que repitieron el año académico en el colegio "i" en el año "t" (2016 ó 2017). Entonces, si el FEN tuvo algún efecto en la repitencia, se esperaría que el año 2017 (año de ocurrencia del FEN) la proporción de alumnos con resultados de repitencia en aquellos colegios expuestos al FEN debería ser mayor que en los colegios que no fueron expuestos. La ecuación sería:

$$TR_{i,t} = \alpha + \lambda DPost_t + \delta DExpos_i + \gamma DPost_t * DExpos_i + \theta_i + e_{i,t}$$

En donde $TR_{i,t}$ denota la tasa de repitencia en el colegio "i" en el año "t". Las demás variables siguen la misma definición explicada previamente para el caso del impacto en la infraestructura.

4.2.2. Ingresos

Por otra parte, está muy bien documentado que los ingresos de los padres determinan el rendimiento académico de los hijos, autores como Piñeros y Rodríguez (1998), Banco Mundial (2005) y BID

[14]En este caso, un colegio afectado es aquel que tiene parte de su infraestructura impactada y requiere algún tipo de intervención para su rehabilitación.

(2008) establecen que las variables económicas y familiares del estudiante, tales como: la educación de los padres, los ingresos de la familia y el gasto familiar impactan de manera positiva en el desempeño estudiantil. Para testear este mecanismo se propone utilizar una estrategia de identificación de matching en características, algoritmo propuesto por Abadie e Imbens (2006), donde la variable de resultados es el nivel de ingresos mensual del hogar y el tratamiento es la afectación del hogar por un desastre natural (1=hogar afectado, 0=hogar no afectado). Asimismo, se utilizan las siguientes variables con el objetivo de garantizar un emparejamiento existoso: el número de miembros del hogar, el sexo del jefe de hogar, los años de educación del jefe del hogar, la actvidad en la que se emplea el jefe del hogar, el estrato del hogar (urbano o rural), el estrato socioeconómico (a, b, c, d, e o rural) y la región de residencia del hogar. Además, sólo se considerará en la muestra a las regiones declaradas en emergencia por el gobierno peruano (14 regiones), lo cual ayudará en hacer más homogéneos los grupos de tratados y controles.

5. Datos

Para poder implementar la estrategia empírica propuesta se hará uso de múltiples bases de datos, las cuales procedo a explicar.

5.1. Puntajes de las pruebas, características del hogar y características del colegio

Los puntajes de las pruebas estandarizadas provienen de la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE). Para alcanzar el objetivo de la investigación se considerará los puntajes obtenidos por los alumnos del cuarto grado del nivel primaria y del segundo grado del nivel de secundaria de los años 2016 y 2018[15]. Asimismo, sólo se considerará los puntajes obtenidos en las pruebas de matemática y lectura[16], dichas pruebas son estandarizadas y los puntajes son comparables entre estos años. Por otro lado, para controlar por covariables que caracterizan al estudiante se utilizará la información sobre la educación de los padres, las características del hogar y el nivel socioeconómico del hogar, todas ellas contenidas en la encuesta realizada a los padres y que forma parte de la ECE.

Las variables que caracterizan a los colegios son extraídas del Censo Escolar Anual de los años 2016, 2017 y 2018. Al respecto, el Censo Escolar es un proceso estadístico obligatorio[17] que recoge información detallada de las Instituciones Educativas, públicas y privadas, y Programas no Escolarizados de todo el país. Dicho censo cuenta con dos módulos: el primer módulo, que cuenta con información sobre la matrícula, docentes, recursos y características del local escolar, y cuyo registro se realiza entre los meses de abril y julio; y el segundo módulo, que cuenta con información sobre los resultados educativos, y cuyo registro se realiza entre los meses de diciembre y enero. Entonces, para los fines de la investigación, se extraen del primer módulo las variables de caracterización del colegio, tales como: la gestión del colegio (público o privado), el área de ubicación (urbano o

[15] A causa del fenómeno El Niño del año 2017, se suspendió la aplicación de la ECE de dicho año. La ECE también es aplicada a los alumnos del segundo grado del nivel primario; sin embargo, en este caso, la evaluación es aplicada a una muestra de colegios (no es un censo), por ello no se considera este grado en el análisis. Los datos de los puntajes se descargaron de http://umc.minedu.gob.pe/evaluaciones-censales/.

[16] Para el nivel de secundaria la ECE también evalúa en la materia de historia, geografía y economía

[17] Según Resolución Ministerial N° 627-2016-MINEDU

rural), la posesión de servicios públicos, el estado de la infraestructura, el ratio alumno/docente y la ubicación geográfica del colegio (coordenadas)[18], y del segundo módulo se extrae la tasa de repitencia del colegio para ambos niveles de estudio.

En la Tabla 2 se muestran algunas estadísticas descriptivas. Respecto a los puntajes, se observa que entre los años 2016 y 2018, en el nivel primaria, los puntajes promedio de lectura y matemática han disminuido; en tanto que en el nivel de secundaria, los puntajes promedio en ambas pruebas han aumentado marginalmente. En cuanto a las características del hogar, el indicador socioeconómico se encuentra en un valor promedio entre -0.30 y -0.35 en ambos niveles de estudio, con niveles similares entre los años 2016 y 2018; asimismo, los años de educación de los padres siempre son superiores a los años de educación de las madres, aumentando mínimante entre los años de interés, para ambos niveles de estudio.

Por otro lado, respecto a las características de los colegios, existe predominancia de colegios públicos, en ambos niveles de estudio. Asimismo, la mayor parte de los colegios se encuentran en áreas úrbanas, siendo mayor la proporción para el caso de los colegios del nivel de secundaria. Adicionalmente, se observa que entre el 2016 y 2018, los colegios con acceso a servicios de agua potable han disminuido; mientras que en el caso de los servicio de luz y desague ha habido un aumento en la proporción de colegios con dichos servicios.

Tabla 2: Estadísticas descriptivas del colegio y del estudiante según año

Variables	Primaria		Secundaria	
	2016	2018	2016	2018
Puntaje de lectura	455.7	453.4	549.4	552.7
	(65.5)	(67.2)	(48.9)	(49.1)
Puntaje de matemática	445.5	452.5	540.6	541.6
	(67.1)	(67.4)	(51.0)	(55.1)
Indicador Socieconómico	-0.35	-0.34	-0.32	-0.33
	(0.93)	(0.92)	(0.97)	(0.97)
Educación madre	8.5	8.8	9.0	9.1
	(3.2)	(3.1)	(3.2)	(3.3)
Educación padre	9.1	9.3	10.0	10.1
	(3.0)	(2.9)	(2.8)	(2.8)
Tipo de gestión (público)	0.69	0.68	0.67	0.67
	(0.46)	(0.47)	(0.47)	(0.47)
Área (rural)	0.36	0.35	0.29	0.29
	(0.48)	(0.48)	(0.45)	(0.46)
Servicio de Luz	0.91	0.96	0.91	0.96
	(0.29)	(0.21)	(0.28)	(0.21)
Servicio de agua potable	0.79	0.75	0.81	0.78
	(0.41)	(0.44)	(0.39)	(0.41)
Servicio de desague	0.65	0.70	0.71	0.75
	(0.47)	(0.46)	(0.45)	(0.43)

Nota: las desviaciones estándar entre paréntesis.
Fuente: ECE - Censo Escolar.

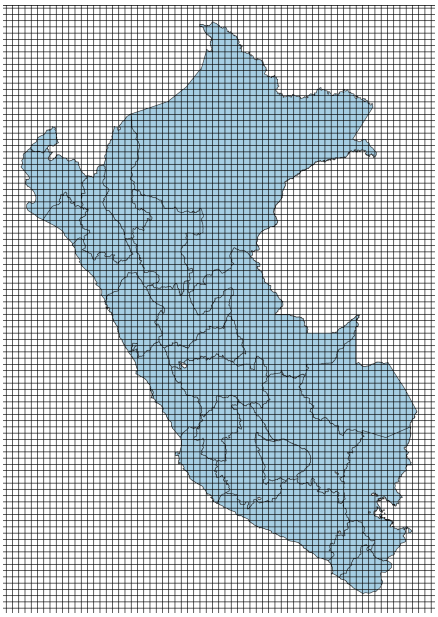
[18]Los datos se descargaron de http://escale.minedu.gob.pe/

5.2. Datos climatológicos

Los datos de precipitaciones son extraídos del reanalisis ERA5, el cual es elaborado por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicos a Mediano Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés) y cuenta con datos mensuales de precipitaciones desde el año de 1979 hasta el presente. Estos datos son generados para todo el planeta sobre una malla de grillas distanciadas en 0.25° de latitud y 0.25° de longitud, con una distancia de 31 km entre cada punto. Tal como se observa en la Figura 2, la resolución de la grilla permite obtener 2677 puntos distribuidos dentro del territorio peruano, facilitando la variabilidad de datos asociados a las precipitaciones.

La preferencia de estos datos sobre los generados por el SENHAMI se basa en la cantidad de puntos de medición; el SENHAMI sólo posee 441 estaciones metereológicas, lo cual no permitiría obtener la variabilidad de información requerida.

Figura 2: Grilla de puntos de precipitaciones en el territorio peruano



Fuente: Reanálisis ERA5, ECMWF.

Un punto importante en la presente investigación es identificar el nivel de exposición de los colegios frente al FEN, así como su intensidad. Primero debemos definir el nivel de precipitaciones, para ello, siguiendo los estándares de la Organización Mundial de Meteorología (Svoboda, Hayes, y Wood, 2012), se utiliza el Índice de Precipitaciones Estandarizadas (SPI, por sus siglas en inglés), cuya fórmula está definida de la siguiente manera:

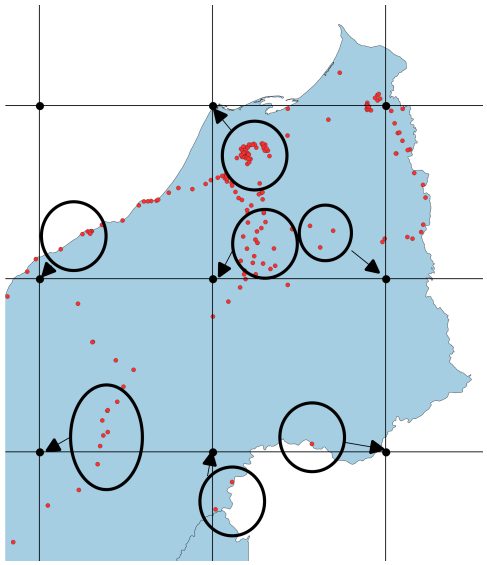
$$SPI_{m,s,t} = \frac{Prec_{m,s,t} - \overline{Prec_{m,s}}}{\sigma_{m,s}}$$

En donde, $Prec_{m,s,t}$ es el nivel de precipitaciones en el mes "m" de la intersección de la grilla "s" para el año "t", $\overline{Prec_{m,s}}$ es el nivel promedio de precipitaciones del mes "m" (entre los años 1979-2017) en la intersección "s" y σ_m es la desviación estándar de las precipitaciones para el mes "m" de la intersección "s". Ahora, definiremos la exposición al FEN siguiendo a Rosales (2018), esto sucede cuando el SPI se encuentra en su nivel "moderadamente húmedo"[19], es decir, cuando el SPI es mayor o igual a 1 desviación estándar (sd). De tal manera que la intersección de la grilla que sea mayor o igual a 1 sd se considerará que posee comportamiento asociado al FEN[20] y se le asignará el valor de 1. Entonces la asignación explicada se plantearía de la siguiente manera:

$$Exposición_{m,s,t} = \mathbb{1}\left\{\frac{Prec_{m,s,t} - \overline{Prec_{m,s}}}{\sigma_{m,s}} \geq 1sd\right\}$$

Para asignar el nivel de exposición del colegio al FEN se procede de la siguiente manera: una vez obtenido la exposición de cada intersección de la grilla, a cada colegio se le asigna el indicador de $Exposición_{m,s,t}$ de la intersección de la grilla que se encuentre más cerca, de tal manera que los colegios expuestos al FEN tendrán el valor de uno y aquellos que no, cero; tal como se observa en la Figura 3.

Figura 3: Asignación de exposición de los colegios al FEN



Nota: Puntos rojos representan los colegios. Se le asigna a cada colegio la exposición de la grilla más cercana.

Fuente: Reanálisis ERA5, ECMWF. MINEDU

[19] Este indicador define umbrales: entre -0.99 a 0.99 es catalogado como normal; entre 1.0 a 1.49 como moderadamente húmedo; entre 1.5 a 1.99 como muy húmedo; y, mayor a 2 como extremadamente húmedo (World Meteorological Organization, 2012).

[20] En el Anexo 1 se muestra el mapa de precipitaciones que cumples con el criterio de $SPI \geq 1sd$, desde el mes de diciembre 2016 hasta mayo 2017.

5.3. Ingresos de los hogares afectados por los desastres naturales

Para evaluar el impacto de los desastres naturales sobre los ingresos de los hogares se utiliza como fuente de datos la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) del Perú del año 2017, las cual es llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)[21]. Ésta encuesta contiene en el módulo de gobernabilidad una pregunta relacionada a la afectación del hogar a causa de un desastre natural (de manera general)[22].

Si bien es cierto, la pregunta no se enfoca directamente en la afectación del hogar por el FEN del 2017, podemos asumir que los desastres naturales a los que hacen referencia los hogares de la ENAHO están vinculados directamente con el FEN, esto por los siguientes motivos:

- A pesar de que el Perú es propenso a ser afectado por distintos sucesos naturales; en el primer semestre del año 2017 (momento en el que se desarrolla del FEN), según el Boletín Virtual de Defensa Civil del 2017, del total de emergencias nacionales, el 59 % estaban asociadas a lluvias intensas, el 9 % a huaycos (desprendimiento de tierras y lodo) y el 6 % a inundaciones; siendo todas ellas eventos vinculados directamente a la ocurrencia del FEN.
- Como se mencionó anteriormente, a consecuencia del FEN, el Gobierno peruano declaró a 14 de las 25 regiones del Perú en estado de emergencia. En dichas regiones (regiones sombreadas) los principales desastres naturales fueron las lluvias intensas, los huaycos y las inundaciones, representando de manera conjunta entre el 50 % y el 91 % de las emergencias. En las otras regiones, las bajas temperaturas, los incendios y los vientos fuertes toman mayor importancia, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Emergencias nacionales según región, 2017

Departamento	Lluvia Intensa	Huayco	Incendio	Bajas Temp.	Inundación	Desliz.	Derrumbe	Vientos Fuertes	Otros	Total
Amazonas	41 %		19 %		1 %	25 %		12 %	1 %	100 %
Áncash	79 %	5 %	1 %	1 %	1 %	4 %	4 %		5 %	100 %
Apurímac	53 %	1 %	4 %	20 %	3 %	1 %	2 %	11 %	5 %	100 %
Arequipa	63 %	7 %	2 %	14 %	6 %	1 %	1 %		6 %	100 %
Ayacucho	79 %	3 %	4 %	2 %	2 %	7 %	2 %	1 %	2 %	100 %
Cajamarca	77 %	2 %	1 %		2 %	9 %	5 %	2 %	1 %	100 %
Callao			75 %				4 %		21 %	100 %
Cusco	28 %	4 %	5 %	45 %	3 %	8 %	1 %	1 %	5 %	100 %
Huancavelica	80 %	4 %	2 %	3 %	1 %	4 %	1 %	5 %	1 %	100 %
Huánuco	59 %			5 %	16 %	7 %	2 %	11 %		100 %
Ica	41 %	18 %	11 %		23 %		3 %		4 %	100 %
Junín	27 %	11 %	11 %	20 %	13 %	8 %	6 %	3 %	2 %	100 %
La Libertad	70 %	5 %	1 %	1 %	6 %	7 %	6 %	1 %	4 %	100 %
Lambayeque	93 %	1 %	4 %		1 %			1 %		100 %
Lima	29 %	32 %	9 %	1 %	8 %	10 %	6 %	0 %	3 %	100 %
Loreto	11 %		8 %		64 %	3 %		3 %	10 %	100 %
Madre de Dios	13 %		29 %	8 %	33 %			13 %	4 %	100 %
Moquegua	57 %		6 %	14 %				6 %	17 %	100 %
Pasco	68 %	1 %	5 %	16 %	2 %	1 %	1 %	6 %	0 %	100 %
Piura	87 %	1 %	5 %	2 %	3 %				1 %	100 %
Puno	21 %		9 %	24 %	4 %	1 %	3 %	13 %	25 %	100 %
San Martín		2 %	51 %		20 %			26 %	2 %	100 %
Tacna	26 %	22 %	15 %	35 %		2 %				100 %
Tumbes	84 %		6 %		4 %	1 %			5 %	100 %
Ucayali	6 %		44 %		30 %	6 %		9 %	5 %	100 %
Total	59 %	9 %	6 %	6 %	6 %	5 %	3 %	3 %	4 %	100 %

Nota: Las regiones sombreadas son aquellas declaradas en estado de emergencia. Fuente: Boletín Virtual de Defensa Civil del 2017.

[21] http://iinei.inei.gob.pe/microdatos/

[22] La pregunta hace referencia a cualquier desastre natural, este podría ser una inundación, sequia, tormenta, plaga, etc.

6. Resultados Empíricos

6.1. Forma Reducida

En la Tabla 4 se presentan las estimaciones del parámetro de interés de la forma reducida para las pruebas de lectura y matemática según el nivel de estudio (primaria y secundaria)[23]. Todas las columnas consideran covariables[24] y efectos fijos a nivel de colegio, asimismo los errores entre paréntesis son robustos y agrupados a nivel de colegio.

Respecto al nivel de primaria, tal como se evidencia en las columnas 1 y 2, se observa que el FEN del 2017 impacto de manera negativa y significativa en los puntajes de las pruebas de lectura y matemática en -0.13 y -0.11 desviaciones estándar, respectivamente; siendo las estimaciones puntuales de ambas pruebas distintas, pero estadísticamente similares. Considerando que el puntaje promedio del año 2016 en lectura es de 455.7 y en matemática es de 445.5, el FEN repercutió en los colegios afectados en una caída de -8.2 puntos en lectura y de -7.3 puntos en matemática. Respecto al nivel de secundaria, los resultados encontrados en las columnas 3 y 4 muestran que no existen impactos a este nivel en los puntajes de lectura y matemática, ambos parámetros no resultan estadísticamente significativos. Los resultados obtenidos evidencian que los estudiantes del nivel de primaria son los más afectados ante un evento como los del FEN del 2017; mientras que los estudiantes del nivel de secundaria no sufren impactos, asimilando de manera distinta dichos efectos.

Tabla 4: Estimación de la forma reducida

	Primaria		Secundaria	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Lectura	Matemática	Lectura	Matemática
γ	-0.126***	-0.109**	0.0103	0.0167
	(0.0386)	(0.0437)	(0.0292)	(0.0356)
N	35757	35757	23827	23827
R^2	0.716	0.635	0.870	0.804

Nota: todas las estimaciones consideran covariables y efectos fijos por colegio. Asimismo los errores etándar entre paréntesis son robustos y agrupados a nivel de colegio.
* $p < 0{,}10$, ** $p < 0{,}05$, *** $p < 0{,}01$

Estos resultados encontrados, que difieren según el nivel de estudio, coinciden con los hallazgos de Thamtanajit (2020), quien evidencia que las inundaciones de Tailandia en el 2011 tuvieron efectos negativos en los niveles menores de estudio (grado 6 y 9), con magnitudes entre las 0.03 y 0.11 desviaciones estándar; mientras que para el mayor nivel de estudio (grado 12), no encuentra efectos significativos; el autor ensaya como explicación de la carencia de significancia en el mayor nivel de

[23]Cabe recordar que las estimaciones del nivel de primaria hacen referencia al cuarto grado de dicho nivel y las estimaciones del nivel secundaria hacen referencia al segundo grado de dicho nivel.

[24]Las variables consideradas como covariables son: el tipo de gestión (público o privado), el área (urbano o rural), el tipo de posesión de servicios públicos (agua, luz y desagüe), el estado de la infraestructura y el ratio docente-alumno, los años de educación de los padres y el nivel socioeconómico del hogar.

estudio, la motivación que tienen los estudiantes por aprender las materias de este nivel, dado que éstas enseñanzas forman parte importante del proceso de admisión universitario, además que la prueba realizada es un requisito necesario para la admisión, por lo que los estudiantes se motivan a esforzarse más para contrarrestar las dificultades ocasionadas por las inundaciones.

De manera específica, respecto al nivel de primaria, los signos del efecto encontrado son consistentes con la literatura empírica revisada (Shah y Steinberg, 2017; Gibbs et al., 2019; Eshetu y Tessema, 2017); la lógica detrás del signo de este efecto se explica por los distintos mecanismos a través del cual un evento como el FEN del 2017 podría afectar el rendimiento escolar: el primero de ellos es el impacto en la salud de las familias, lo cual exigiría una mayor inversión en salud y menos en educación, asi como los efectos directos en la salud de los niños (físicos y psicológicos)[25], otra posible vía sería la pérdida de la infraestructura educativa, haciendo más costosa y menos accesible la educación en los hogares afectados y, por último, el impacto negativo en los ingresos de las familias (pérdida de empleo, disminución de la actividad económica), ocasionando que los hogares destinen menos gastos en educación y se recurra al trabajo infantil como una vía de provisión de ingresos adicionales.

Por otro lado, respecto al nivel secundario, la carencia en la significancia del impacto coincide también con lo encontrado por Nguyen y Pham (2018) para el caso peruano[26], dicho estudio utiliza un cohorte de estudiantes entre los 12 y 15 años, rango de edad comparable con la edad de los estudiantes del nivel de secundaria[27]. Estos autores argumentan que el Perú es el país con el mayor nivel de ingresos dentro de su muestra (la cual icluye a la India, Etiopia y Vietnam) y que posee mejores condiciones para contrarrestar los desastres naturales, por ello estos no impactan en el rendimiento académico. Asimismo, Mallqui (2019) para un cohorte similar encuentra efectos positivos de las inundaciones y las heladas en las pruebas de lectura, el autor explica que esto podría estar ocurriendo porque la mayor cantidad de inundaciones se suscitan en zonas de bajos niveles socioeconómicos, situación que va a motivar una búsqueda de mejora de la calidad de vida, contrarrestando los efectos del desastre natural, además menciona que las inundaciones suelen ser predecibles (primeros meses del año), lo cual permite anticipar las consecuencias de los desastres naturales; asimismo, no interrumpe la asistencia a la escuela porque en dichos meses los estudiantes se encuentran de vacaciones.

En ese sentido, los efectos negativos encontrados a nivel de primaria, como ya se explicó previamente, podrían deberse a los impacto del FEN del 2017 sobre los ingresos de los hogares, la pérdida en la accesibilidad a la educación (destrucción de la infraestructura) y los impactos en la salud de los niños, y mediante estos mecanismos afectar en el rendimiento escolar. En cuanto al nivel secundario, pareciera que los estudiantes en este nivel son más resilentes a los embates del FEN 2017, factores como la motivación por contrarrestar las consecuencias del evento, es decir, aumentar esfuerzos para minimizar impactos, así como la predictibilidad del suceso (primeros meses del año) que permite anticiparse a las consecuencias y la temporada en la que ocurrió el evento (vacaciones de los estudiantes) estarían evitando que hayan efectos significativos en el nivel de secundaria.

Ahora se analiza el efecto desagregado, en la Tabla 5 se muestran los efectos dependiendo el nivel de

[25]Existen estudios que encuentran efectos de largo plazo en la salud de los niños, lo cual podría repercutir en el rendimiento académico de los mismos; sin embargo, en esta investigación, el impacto encontrado es de corto plazo

[26]El autor evalúa otros países como Etiopía, India y Vietnam; encontrando para estos países efectos negativos signitificativos sobre los test de habilidades cognitivas.

[27]La presente investigación usa el segundo grado del nivel secundario, cuya edad adecuada para este nivel bordea los 12 años.

exposición que tuvo el colegio al FEN del 2017, desde 1 mes (γ_{1m}) hasta 5 meses (γ_{5m}), para cada prueba (lectura y matemática) según el nivel de estudio (primaria y secundaria). Respecto al nivel de primaria, se observa que para la prueba de lectura (columna 1), a excepción de la exposición durante 5 meses que no presenta efectos significativos, todas las demás (de 1 a 4 meses) presentan un efecto negativo y significativo; mientras que para la prueba de matemática (columna 2), todos los niveles de exposición presentan efectos negativos y significativos. Por otro lado, respecto al nivel de secundaria, se observa que para la prueba de lectura (columna 3), los colegios expuestos durante 1, 2 y 5 meses no presentan efectos significativos, mientras que aquellos que fueron expuestos durante 3 y 4 meses tienen un efecto positivo significativo; para la prueba de matemática, no se evidencian efectos significativos en ningún nivel de exposición.

De manera general, los efectos desagregados estimados según nivel de exposición siguen el mismo signo observado en las estimaciones a nivel agregado (ecuación reducida); sin embargo, un caso peculiar se presenta en las estimaciones del efecto en el puntaje de las pruebas de lectura (columnas 1 y 3), para el nivel de primaria pierde significancia en el nivel de exposición de 5 meses (siendo negativos y significativos en los niveles de exposición entre 1 a 4 meses), y para el nivel de secundaria se torna positivo y significativo en los niveles de exposición de 3 y 4 meses (siendo no significativo en los niveles de exposición entre 1, 2 y 5 meses). Una explicación plausible para estos cambios encontrados radica en que la mayor parte de los colegios que fueron expuestos por más meses al FEN se encuentran ubicados en zonas sin riesgo de inundación[28], esto hace que los efectos del FEN del 2017 sean minimizados, dado que las precipitaciones tienen menos probabilidad de afectar los ingresos de las familias, la infraestructura de los colegios o generar impactos sobre la salud de los estudiantes. Asimismo, en el caso del nivel secundario, esto podría incluso ocasionar que el FEN tenga efectos positivos, tal como se evidencia en los niveles de exposición de 3 y 4 meses, coincidiendo en este punto con lo resultados encontrados por Mallqui (2019).

[28]Para el nivel primaria representa el 88.4 % y para el nivel secundaria el 90.8 %. En el Anexo 2 se muestran los porcentajes.

Tabla 5: Estimación de la forma reducida - número de meses de exposición (1 a 5 meses)

	Primaria		Secundaria	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Lectura	Matemática	Lectura	Matemática
γ_{1m}	-0.141***	-0.158***	0.000835	-0.0173
	(0.0452)	(0.0518)	(0.0336)	(0.0409)
γ_{2m}	-0.135***	-0.0850*	-0.0194	0.0260
	(0.0391)	(0.0443)	(0.0299)	(0.0363)
γ_{3m}	-0.0818*	-0.0891*	0.0584*	0.0321
	(0.0458)	(0.0524)	(0.0345)	(0.0418)
γ_{4m}	-0.160***	-0.225***	0.0727*	0.00268
	(0.0543)	(0.0629)	(0.0396)	(0.0498)
γ_{5m}	-0.0729	-0.231*	0.0898	-0.0495
	(0.121)	(0.139)	(0.0798)	(0.110)
N	35757	35757	23827	23827
R^2	0.716	0.636	0.870	0.805

Nota: todas las estimaciones consideran covariables, y efectos fijos por colegio. Asimismo los errores etándar entre paréntesis son robustos y agrupados a nivel de colegio.

* $p < 0{,}10$, ** $p < 0{,}05$, *** $p < 0{,}01$

6.2. Efectos Heterogéneos

Partiendo de los efectos encontrados en la sección previa, se procederá a evaluar si las estimaciones encontradas en la forma reducida dependen de algún subgrupo de la muestra en específico, para la división de estas submuestras se utilizarán tres variables: (i) la pertenecia del colegio a un distrito agricultor, (ii) el nivel socioeconómico del colegio y (iii) la pertenencia del colegio a una zona con riesgo de inundación.

6.2.1. Colegios en distritos agricultores

El FEN del 2017 tuvo un fuerte impacto en la actividad agrícola del país, según las estadísticas presentadas por INDECI (2018), alrededor de 112 748 Has de cultivo fueron afectadas (3.5 % del total) y 51 851 Has de cultivo se perdieron (1.5 % del total); asimismo, se afectaron y perdieron canales de riego, reservorios y pozos de agua. Además de las pérdidas de productividad que pueden ocasionar las inundaciones debido a los cambios en las propiedades de la tierra (Ramón et al., 2007). Entonces, es importante evaluar si el FEN tuvo algún impacto diferenciado en los colegios ubicados en distritos con mayor actividad agrícola.

Para este fin, un distrito es considerado como agricultor si la extensión geográfica dedicada a la agricultura es superior al 10 % de la extensión geográfica total del distrito. El porcentaje representa la mediana de la distribución de las extensiones geográficas distritales dedicadas a la agricultura en el Perú. Entonces, para la estimación se dividen subgrupos entre colegios en distritos agrícolas y colegios en distritos no agrícolas, de tal manera que haya colegios en distritos agrícolas que hayan sido afectados y que no hayan sido afectados por las precipitaciones y de igual manera para colegios en distritos no agrícolas. Al igual que en la forma reducida, se regresionará para cada tipo de prueba (lectura y matemática) y para cada nivel de estudio (primaria y secundaria).

En la Tabla 6 se muestran las estimaciones para dichos subgrupos. Respecto al nivel de primaria, se observa que para la prueba de lectura (columnas 1 y 2) no existen diferencias en el impacto, es decir, el pertenecer o no pertenecer a un distrito agricultor no varia el efecto sobre dicha prueba, incluso las estimaciones puntuales son similares en magnitud y signo; mientras que para la prueba de matemática (columnas 3 y 4), sólo existen efectos significativos en los distritos agricultores, es decir, el efecto negativo encontrado en la forma reducida total está siendo dominada por el efecto de los colegios ubicados en distritos agricultores. Respecto al nivel de secundaria (columnas 5, 6, 7 y 8), tal como se evidencia en la forma reducida total, no existen efectos significativos en ninguno de los subgrupos, es decir, sin importar si el colegio se encuentra o no en un distrito agrcultor, el FEN no tuvo ningún efecto.

Tabla 6: Efectos heterogéneos según tipo de distrito (agicultor y no agricultor)

	Primaria				Secundaria			
	Lectura		Matemática		Lectura		Matemática	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	S. A.	C. A.	S. A.	C. A.	S. A.	C. A.	S. A.	C. A.
γ	-0.145**	-0.116**	-0.0728	-0.135**	0.00101	0.0158	0.0216	0.0108
	(0.0657)	(0.0477)	(0.0729)	(0.0547)	(0.0461)	(0.0377)	(0.0524)	(0.0481)
N	16455	19302	16455	19302	10851	12976	10851	12976
R^2	0.735	0.697	0.680	0.590	0.865	0.873	0.818	0.791

Nota: todas las estimaciones consideran covariables y efectos fijos por colegio. Asimismo los errores estándar entre paréntesis son robustos y agrupados a nivel de colegios. S. A. hace referencia al subgrupo de colegios ubicados en distritos no agrícolas y C. A. hace referencia al subgrupo de colegios ubicados en distritos agrícolas.

* $p < 0{,}10$, ** $p < 0{,}05$, *** $p < 0{,}01$

Las estimaciones negativas y significativas encontradas en el nivel de primaria para los colegios ubicados en distritos agrícolas denotan que el FEN del 2017 ha podido afectar negativamente las actividades económicas agrícolas y de esta manera impactar sobre los ingresos de las familias que tienen como actividad económica principal la agricultura. La afectación de los ingresos pueden estar afectando la demanda de educación y el rendimiento académico. Sin embargo, aún no se puede asegurar que los ingresos hayan sido un mecanismo de afectación, éste será evaluado en la siguiente sección.

6.2.2. Nivel socioeconómico de los colegios

Según el Banco Mundial (2017) los hogares pobres se encuentran más sobreexpuestos a los desastres naturales, debido a que las familias de bajos ingresos suelen estar asentadas en zonas de riesgo, esto como producto del crecimiento no planificado de la ciudad; además, los hogares pobres son más vulnerables, dado que cuando son afectados por los desastres naturales, la pérdida de su riqueza es dos o tres veces superior a los hogares no pobres, esto como consecuencia de la vulnerabilidad de sus activos y su medio de vida; asimismo, los hogares pobres tienen menor capacidad de resilencia y adaptación, porque ante un evento catastrófico reciben menos ayuda para su recuperación que los hogares no pobres.

En el Perú, al 2016, cerca de 18.6 millones de personas (59 %) habitaban en zonas altamente vulnerables (INDECI, 2018). Para el caso peruano, Doran et all (2014) encuentra que los hogares pobres tienen una probabilidad cinco veces mayor que los hogares no pobres de sufrir inundaciones, es decir, el nivel socioeconómico de las familias incrementa la situación de vulnerabilidad frente a los desastres naturales. En ese sentido, en esta sección se avaluará si existen efectos heterogéneos del FEN del 2017 según el nivel socioeconnomico de los colegios.

Para evaluar posibles efectos heterogéneos según el nivel socioeconómico de los colegios se utiliza el Índice Socioeconómico de los Estudiantes (ISE) construido por el MINEDU con información recogida en la ECE. Este indicador se reporta a nivel de estudiante y se construye utilizando datos sobre los años de estudio de los padres, los materiales de construcción de la vivienda, los servicios básicos en el hogar, los activos en el hogar y otros servicios del hogar[29]. El indicador socioeconómico de un colegio "i"se obtiene del promedio de los ISE de todos los estudiantes de dicho colegio. Una vez obtenido el indicador para cada colegio, se subdivide la muestra en dos grupos, la submuestra de los colegios con un nivel bajo del indicador socioeconómico y los colegios con un nivel alto del indicador socioeconómico, siendo el punto de corte la mediana de la distribución nacional de dicho indicador. De tal manera que hayan colegios de nivel socioeconómico bajo afectados y no afectados por las precipitaciones, de igual manera en los colegios de nivel socioeconómico alto.

En la Tabla 7 se muestran las estimaciones para cada subgrupo. Respecto al nivel de primaria, se observa que para la prueba de lectura (columnas 1 y 2), el FEN afectó de manera negativa y significativa en ambos subgrupos, siendo el efecto puntual sobre los colegios de nivel socioeconómico bajo casi el doble del efecto puntual sobre los colegios de nivel socioeconómico alto; en tanto que, para la prueba de matemática (columnas 3 y 4), sólo existen efectos significativos negativos sobre los colegios de nivel socioeconómico bajo, es decir, el efecto negativo observado en la forma reducida, está siendo dominado por el efecto sobre los colegios de nivel socioeconómico bajo. Respecto al nivel de secundaria (columas 5, 6, 7 y 8), se refuerza lo encontrado en las estimaciones en su forma reducida total, no existen efectos significativos en ningún tipo de prueba y en ningún nivel socioeconómico del colegio.

Los resultados evidencian que para el nivel de primaria, aquellos colegios con asistencia de estudiantes con hogares de nivel socioeconómico bajo fueron los más impactados en el rendimiento

[29] El indicador socioeconómico de cada alumno se construye en dos etapas; en la primera etapa se utiliza un análisis de componentes principales (ACP) para construir los índices de materiales de construcción de la vivienda, servicios básicos en el hogar, activos en el hogar y otros servicios del hogar; en la segunda etapa, se agrega la edad de los padres y se realiza nuevamente el ACP, de tal manera que se obtiene un único indicador, el ISE. Para mayor detalle de la elaboración ver MINEDU (2018).

Tabla 7: Efectos heterogéneos según el indicador socioeconómico de los colegios (alto y bajo)

	Primaria				Secundaria			
	Lectura		Matemática		Lectura		Matemática	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
γ	-0.156**	-0.0882**	-0.155*	-0.0710	0.0481	-0.0176	0.0132	0.0192
	(0.0781)	(0.0436)	(0.0910)	(0.0471)	(0.0485)	(0.0379)	(0.0578)	(0.0469)
N	16597	19160	16597	19160	11215	12612	11215	12612
R^2	0.537	0.648	0.492	0.632	0.724	0.779	0.645	0.754

Nota: todas las estimaciones consideran covariables y efectos fijos por colegio. Asimismo los errores estándar entre paréntesis son robustos y agrupados a nivel de colegio. Las columnas con la etiqueta de "Bajo"hacen referencia al subgrupo de colegios con un índice socioeconómico bajo; mientras que las columnas con la etiqueta de "Alto"hace referencia al subgrupo de los colegios con un índice socioeconómico alto.

* $p < 0{,}10$, ** $p < 0{,}05$, *** $p < 0{,}01$

académico. Esto es consistente con la literatura que identifica a los hogares pobres como aquellos con mayor nivel de de vulnerabilidad, de sobreexposición y de baja capacidad de resilencia y recuperación ante desastres naturales como el FEN del 2017. A nivel de secundaria, se sigue el patrón observado en la forma reducida, no existen efectos significativos en ningún subgrupo, es decir, el nivel socioeconómico no determina ningún efecto en el promedio de puntajes.

6.2.3. Colegios en zonas con riesgo de inundación

Las inundaciones se producen cuando los ríos o los lagos se desbordan, cubriendo los terrenos adyacentes a las riberas. En el Perú, las inundaciones se producen anualmente entre los meses de noviembre y abril, cuando se desarrolla la temporada de lluvias. El incremento del caudal de los rios no sólo producen las inundaciones o desbordes, sino también la erosión fluvial y la afectación de las taludes laterales, afectando las carreteras y terrenos de cultivos adyecentes. Durante los años en los que se produce el Fenómeno El Niño las consecuencias suelen ser más destructivas (Presidencia del Consejo de Ministros - PCM, 2014).

En esta subsección se evalúa posibles efectos heterogéneos según la ubicación de los colegios en zonas con riesgo de inundación o no. Para identificar la zona con riesgo de inundación se utiliza el "Mapa de Zonas de Peligro Potencial de Inundación"[30] elaborado por el PCM, en base a esta mapa se divide la muestra en aquellos colegios que se encuentran en zonas con riesgo y colegios que no se encuentran en zona con riesgo, de modo que se tienen colegios ubicados en zonas con riesgo que están expuestos y no expuestos al FEN del 2017, de la misma manera, se tienen colegios no ubicados en zonas con riesgo que están expuestos y no expuestos al FEN del 2017. De esta manera podemos identificar los efectos heterogénenos. Este análisis se dividirá como se viene realizando, para cada tipo de prueba (lectura y matemática) y nivel de estudio (primaria y secundaria).

[30]En el Anexo 3 se muestra el mapa de zonas en peligro potencial de inundación.

En la Tabla 8 se muestran las estimaciones para cada subgrupo. Como se observa, en el nivel de secundaria (columnas 5, 6, 7 y 8), no se evidencian efectos del FEN en ninguno de los subgrupos, lo cual sigue siendo consistente con lo encontrado en la forma reducida; mientras que en el nivel de primaria, en la prueba de matemáticas (columnas 3 y 4), se evidencian efectos negativos significativos sobre los colegios ubicados en zona con riesgo como en aquellos que no se encuentran en zona con riesgo, siendo dichos efectos puntuales similares. En tanto que en la prueba de lectura (columnas 1 y 2), sólo se observan efectos negativos significativos del FEN sobre aquellos colegios que están ubicados en zonas con riesgo de inundación, mientras que en los colegios ubicados en zona sin riesgo de inundación no se encuentran efectos significativos.

Tabla 8: Efectos heterogéneos según zona de ubicación del colegio (con o sin riesgo de inundación)

	Primaria				Secundaria			
	Lectura		Matemática		Lectura		Matemática	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	S.R.	C. R.	S. R.	C. R.	S. R.	C. R.	S. R.	C. R.
γ	-0.0959	-0.137***	-0.121*	-0.0999*	0.0491	0.0008	0.0203	0.0251
	(0.0668)	(0.0502)	(0.0684)	(0.0575)	(0.0425)	(0.0375)	(0.0548)	(0.0641)
N	14391	21366	14391	21366	9897	13930	9897	13930
R^2	0.604	0.741	0.527	0.692	0.802	0.860	0.713	0.819

Nota: todas las estimaciones consideran covariables y efectos fijos por colegio. Asimismo los errores estándar entre paréntesis son robustos y agrupados a nivel de colegios. Las iniciales S.R. hacen referencia a colegios ubicados en zonas sin riesgo de inundación; mientras que las iniciales C.R. hacen referencia a colegios ubicados en zonas con riesgo de inundación.

* $p < 0{,}10$, ** $p < 0{,}05$, *** $p < 0{,}01$

Los resultados encontrados en el nivel de secundaria van en consonancia con las estimaciones de la forma reducida (no hay efectos significativos). Respecto al nivel de primaria, los resultados evidencian que aquellos colegios ubicados en zonas con riesgo de inundación son los más expuestos al efecto del FEN 2017; es decir, aquellos colegios que se encuentran en zonas más propensas a las inundaciones son los que han sido afectados en el rendimiento académico de sus estudiantes, en específico, en el puntaje de las pruebas de lectura.

6.3. Mecanismos

6.3.1. Accesibilidad y calidad del colegio

En el Perú, al año 2015, según el diagnóstico del Plan Nacional de Infraestructura Educativa (PNIE), la mitad de los colegios requerían sustitución (48 %) y dos tercios necesitaban algún tipo de intervención estructural. Además, un poco más de dos tercios de los locales educativos no presentaban un adecuado acceso a servicios de agua y saneamiento. Adicionalmente, El MINEDU calcula que se requieren alrededor de 30 000 millones de dólares para poder cerrar la brecha de infraestructura educativa. Es decir, los colegios en el Perú ya presentaban una situación precaria previo al FEN del 2017. Lo cual las hacía más vulnerable a los desastres naturales. El INDECI

(2018) calcula un total de 3703 colegios afectados y 456 colegios destruidos o inhabitables por el FEN del 2017.

La teoría económica tiene consenso al establecer que la infraestructura y la calidad del colegio son factores importantes en el rendimiento academico de los estudiantes. Al respecto, existe abundante literatura empírica que establece una relación positiva entre infraestructura y rendimiento académico. Para el caso peruano, existe literatura consistente que muestra que los colegios con infraestructura adecuada, es decir, con conexión a internet, con paredes de ladrillo, con conexión a agua potable, con presencia de laboratorios, con aulas en buen estado y con bibliotecas adecuadas, tienen efectos positivos en el logro académico promedio (Beltran y Seinfeld, 2012; BCRP, 2016). Siendo esta relación entre infraestructura del colegio y logro académico más fuerte e importante para el caso de los países en desarrollo, como es el caso del Perú[31]. En esta sección se prueba si el FEN del 2017 tuvo un impacto en variables de accesibilidad y calidad educativa, si esto fuera así, entonces se podría sugerir este como un posible mecanismo a través del cual el FEN impactó en el rendimiento académico.

En la Tabla 9 se presentan las estimaciones del efecto del FEN del 2017 en variables de accesibiilidad y calidad de la educación. En la columna 1 la variable dependiente es el estado de la infraestructura del colegio (afectado=1, no afectado=0), como se observa, los colegios expuestos al FEN tienen una probabilidad mayor de ser afectados en su infraestructura en comparación con aquellos que no fueron expuestos. En las columna 2 la variable dependiente es la tasa de repitencia en el nivel de primaria, los resultados muestran que aquellos colegios expuestos al FEN presentan un mayor nivel de repitencia que aquellos que no fueron expuestos. En la columna 3 la variable dependiente es la tasa de repitencia en el nivel de secundaria, en este caso no se evidencia efectos significativos del FEN sobre la tasa de repitencia.

Los resultados encontrados en la columna 1 denotan que el FEN del 2017 afectó la infraestructura de los colegios expuestos a las precipitaciones, y a través de la infraestructura, afectó el rendimiento académico de los estudiantes. Asimismo, la columna 2 muestra que, para el nivel de primaria, aquellos colegios expuestos al FEN tuvieron más estudiantes repitiendo el nivel escolar el año 2017, sugiriendo que mediante esta vía el FEN impacto negativo en el rendimiento académico de los estudiantes en el año 2018, siendo estos resultados consistentes con el efecto negativo encontrado en la forma reducida para este nivel de estudio; por otro lado, respecto al nivel de secundaria, no se evidencia efectos significativos en la tasa de repitencia, es decir, el FEN del 2017 no afectó la tasa de repitencia de los estudiantes del nivel secundaria, sugiriendo una carencia de efectos sobre el rendimiento académico, lo cual es consistente con lo encontrado en la forma reducida (no hay efectos del FEN sobre el rendimiento académico en este nivel de enseñanza).

6.3.2. Ingresos del hogar

Según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática del Perú (INEI), el PBI del Perú en el año 2017 creció 2.5 %, por debajo del 4 % de crecimiento del año 2016, esto debido a los efectos adversos del FEN del 2017. En el primer trimestre del año, en el cual se suscitó este evento con mayor fuerza, las actividades económicas más golpeadas fueron la agricultura y la construcción,

[31] Brunner y Elacqua (2003) identifican un efecto diferenciado de cada factor en el rendimiento académico; en paises desarrollados, la escuela representa un peso del 80 % y la familia el 20 %; mientras que, en el caso de los países en desarrollo, la escuela representa un peso de 60 %; mientras que la familia un 40 %.

Tabla 9: Impacto sobre variables de accesibilidad a la educación (infraestructura y repitencia)

	(1) Infraestructura	(2) R. Primaria	(3) R. Secundaria
γ	0.0225***	0.00861**	0.00251
	(0.00664)	(0.00447)	(0.00706)
N	50669	74565	27840
R^2	0.044	0.303	0.583

Nota: Todas las estimaciones consideran efectos fijos por colegio. Asimismo, los errores son robustos y agrupados a nivel de colegio. R. Primaria hace referencia al ratio de repitencia para el nivel primaria y R. Secundaria hace referencia al ratio de repitencia del nivel secundaria.
* $p < 0{,}10$, ** $p < 0{,}05$, *** $p < 0{,}01$

con caídas de 0.9 % y 5 %, respectivamente. A niveles microeconómicos, según las memorias del 2017 del BCRP, la mayor parte de indicadores, tales como el empleo, la masa salarial, la confianza, el gasto de consumo del sector privado y las ventas al por menor se deterioraron en comparación con los años anteriores. Como se observa, el FEN del 2017 impacto fuertemente en la economía nacional, golpeando el PBI, el empleo y la capacidad de gasto de la población.

La caída del empleo así como de la capacidad de gasto del sector privado implica que esto haya traído consigo una caída de los ingresos de las familias. Al respecto, la literatura que vincula el ingresos de los hogares con el rendimiento académico es abundante (Piñeros y Rodríguez, 1998; Banco Mundial, 2005; BID, 2008). En ese sentido, en esta sección, se evalúa si los ingresos de los hogares afectados por los desastres naturales disminuyeron en comparación con los hogares no afectados por dichos eventos. En caso esto haya ocurrido, podríamos inferir que este sería un posible mecanismo através del cual el FEN del 2017 afectó el rendimiento académico escolar.

En la Tabla 10 se presenta el estimador ATT para tres niveles de vecinos más cercanos (1, 4 y 8 vecinos más cercanos). La variable de resultados es el logaritmo de los ingresos mensuales del hogar. Se observa que aquellos hogares que fueron afectados por los desastres naturale tienen en promedio 10 % menos ingresos mensuales que aquellos que no fueron afectados. Los resultados obtenidos son similares a los encontrados en la literatura que mide impactos de los desastres naturales en los ingresos. Tuan et al. (2014) encuentra para la India una reducción de 6.9 % en los ingresos de los hogares afectados por desastres naturales. Las estimaciones son robustas al número de vecinos utilizados. Estos resultados sugieren que la caída de los ingresos es un mecanismo a través del cual se explica el efecto negativo encontrado del FEN del 2017 sobre el rendimiento académico.[32].

[32]Ver en el Anexo 4 el balance post emparejamiento

Tabla 10: Efectos de los desastres naturales en el ingreso de los hogares

	(1) 1 nn	(2) 4 nn	(3) 8 nn
ATT	-0.103***	-0.101***	-0.0938***
	(0.0282)	(0.0251)	(0.0243)
N	19894	19894	19894
Emparejados	2129	2129	2129

Errores estándar en paréntesis

* $p < 0{,}05$, ** $p < 0{,}01$, *** $p < 0{,}001$

6.4. Mecanismo sin explorar

A pesar de los resultados encontrados, ha faltado evaluar un mecanismo que también puede explicar cómo el FEN impacta sobre el rendimiento académido. En este caso, el impacto a través de la salud de los niños; al respecto, los desastres naturales pueden traer consigo problemas nutricionales, dado que dichos eventos afectan directamente la disponibilidad de alimentos o modifican el precio relativo de éstos (la escasez trae consigo aumento en los precios). En esta situación, las familias con ingresos en el límite de subsitencia, corren riesgo de padecer problemas de suministros de alimentos en el hogar, lo cual limitaría el consumo mínimo de calorías, ocasionando problemas de desnutrición en los niños, impactando no sólo en el corto plazo en el rendimiento académico, sino en el largo plazo (Baez et al., 2010; Datar et al., 2012).

Asimismo, los desastres naturales generan ciertas condiciones en el ambiente que hacen propicio el brote de epidemias, tales como la malaria, dengue, influenza estacional, meningitis meningocócica, leptospirosis, cólera, fiebre tifoidea, shigelosis, peste bubónica, infecciones de la piel y conjuntivitis (Hijar et all., 2016; Checkley et all., 2000). Siendo los niños los principales perceptores de estas enfermedades, afectando la asistencia a los colegios o afectando la concentración, y disminuyendo así su rendimiento académico. Por último,los eventos catastróficos pueden generar síntomas de estrés postraumáticos, generando en los niños episodios de falta memoria y atención, impactando de esta manera sobre el rendimiento académico (De la Barra, 2013; De Bellis y Van Dillen, 2005).

7. Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación es uno de los primeros esfuerzos realizados por medir el efecto de un evento natural como el FEN en el rendimiento académico escolar en el Perú. Esto es importante porque el Perú es uno de los países que sufre con mayor fuerza los embates de este evento. Asimismo, porque estudia el efecto sobre una variable de especial seguimiento dentro de los objetivos en educación del país.

Para esto, la presente investigación aprovecha el shock exógeno del FEN del 2017 sobre las precipitaciones pluviales para medir su efecto sobre el rendimiento escolar. Los resultados encontrados

muestran que el FEN del 2017 afectó negativamente los puntajes de las pruebas de lectura y matemáticas en el nivel de primaria en -0.13 y -0.11 desviaciones estándar, respectivamente. Por otro lado, para el nivel de secundaria, no se encuentran efectos significativos en los puntajes de ninguna de las pruebas. El análisis desagregado evidencia que tanto en el nivel de primaria como en el nivel de secundaria los efectos según el nivel de exposición (de 1 a 5 meses) son similares en signo a los efectos agregados.

Asimismo, se evaluaron efectos heterogéneos del FEN según el tipo de distrito en el que se ubica el colegio (agricultor o no agicultor), según la posición socioeconómica de los alumnos del colegio (alto o bajo) y según el riesgo de inundación de la zona donde se ubica el colegio (con riesgo sin riesgo). Respecto a la ubicación del colegio (distrito agrícola o no agrícola), se encuentra que para el nivel de primaria, no existen efectos diferenciados para la prueba de lectura, mientras que para la prueba de matemática, sólo existen efectos negativos y significativos en los colegios ubicados en distritos agrícolas; en tanto que, en aquellos colegios ubicados en distritos no agrícolas no existen efectos significativos. Por otro lado, para el nivel de secundaria, sin importar la ubicación del colegio (distrito agrícola o no agrícola), no se observan efectos significativos. En cuanto al nivel socioeconómico del colegio, para el nivel de primaria, se observa que para la prueba de lectura, el efecto puntual en los colegios de nivel socioeconómico bajo es casi el doble que el efecto en los colegios de nivel socioeconómico alto; para la prueba de matemática, sólo se observan efectos negativos significativos en los colegios de nivel socioeconómico bajo; mientras que para el nivel de secundaria, no se encuentran efectos significativos en ninguno de los subgrupos. Por último, cuando se analiza según el riesgo de inundación de la zona donde se ubica el colegio, se observa que para el nivel de primaria, no existen efectos diferenciados para la prueba de matemática, mientras que para la prueba de lectura, sólo se observan efectos significativos sobre los colegios ubicados en zonas con riesgo de inundación; en tanto que, para el nivel de secundaria, no se evidencia efecto alguno en ningún subgrupo.

Adicionalmente, se realiza un análisis de mecanismos, en donde, se testea dos vías a través de los cuales el FEN pudo afectar al rendimiento académico: la accesibilidad de la educación (infraestructura y repitencia) y los ingresos del hogar. La evidencia relacionada a la accesibilidad muestra que el FEN afectó la infraestructura de los colegios; además, se muestra que el FEN tuvo incidencia sobre la tasa de repitencia en el nivel de primaria, mientras que en el nivel de secundaria no existe efectos en la tasa de repitencia (consistente con el nulo efecto sobre los puntajes para este nivel) . Respecto a los ingresos, se confirma que aquellos hogares expuestos a desastres naturales (FEN) ven afectados sus ingresos en 10 % en compración con aquellos que no son afectados. La evidencia sugiere que los ingresos y la accesibilidad a la educación son mecanismos a través del cual el FEN puede estar afectando el rendimieno académico de los estudiantes.

Como muestra esta investigación, ante eventos como el FEN, se debería prestar especial atención y prioridad a los estudiantes del nivel primaria, estos son más susceptibles a ser afectados académicamente por el FEN. Asimismo, priorizar la atención y ayuda a los estudiantes de colegios de nivel socioeconómico bajo, así como a los estudiantes que asisten a colegios ubicados en distritos con alto nivel de actividad económica agrícola y a aquellos cuyos colegios se ubican en zonas con riesgo de inundación. Estos estudiantes tienen mayor riesgo de vulnerabilidad, ante un evento como el FEN.

8. Referencias

- Abadie, A. y G. Imbens. (2006). "Large Sample Properties of Matching Estimatorsfor Average Treatment Effects." Econometrica 74, no. 1:235–67.
- Banco Central de Reserva del Perú (2017). Memoria 2017.
- Banco Interamericano del Desarrollo (2008). "¿Los de afuera? Pantrones cambiantes de exclusión en América Latina y el Caribe. Informe. Washington.
- Banco Mundial (2001). "Peruvian Education at a Crossroads: Challenges and Opportunities for the 21st Century".
- Banco Mundial (2005). "México: sobre los determinantes de la política en materia de aprendizaje. Informe N○ 31842. Unidad de Educación, Departamento de Desarrollo Humano América Latina y el Caribe.
- Banco Mundial (2017). "Indestructibles: Construyendo la resiliencia de los más pobres frente a desastres naturales," resumen, Washington, DC.
- Beltrán, A. y J. Seinfeld (2012). "La trampa educativa en el Perú: cuando la educación llega a muchos pero sirve a pocos". Universidad del Pacífico.
- Bieker, R. y K. Anschel (1973). "Estimating Educational Production Functions for Rural High Schools: Some Findings". American Journal of Agricultural Economics, vol. 55, No 3, pp. 515-9.
- Brunner, A. (2002). "El Niño and World Primary Commodity Prices: Warm Water or Hot Air?". The Review of Economics and Statistics, February 2002, 84(1): 176–183.
- Brunner, J. y G. Elacqua (2003). "Factores que inciden en una educación efectiva: evidencia internacional". Documento de Trabajo. Universidad Adolfo Ibáñez.
- Carrel, S. y J. West (2008). "Does Professor Quality Matter? Evidence from Random Assignment of Students to Professors. Working Paper N○ 14081. Cambridge: NBER.
- Cashin, P., Raissi, M. y K. Mohaddes (2015). "Fair Weather or Foul? The Macroeconomic Effects of El Niño". Federal Reserve Bank of Dallas, Globalization and Monetary Policy Institute. Working Paper No. 239.
- Cervini, R., Quiroz, S. y N. Dari (2017). "Repitencia y rendimiento escolar en la educación primaria de América Latina – Los datos del TERCE".
- Coleman, J., Campbel, E., Hobson, C., McPartland, J., Mood, A., Weinfeld, F. y R. York (1966). "Equality of Educational Opportunity". National Center for Educational Statistics.
- Coleman, J. (1968). "Equality of Educational Opportunity". Journal of Human Resources, vol. 3, No 2 pp. 237-46.
- Corcuera, P. (2015). "Fenómeno El Niño y Capital Humano en el Perú: impactos sobre el peso al nacer, peso/talla por edad y educación acumulada (Tesis de licenciatura en Economía)". Universidad de Piura. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Programa Académico de Economía. Piura, Perú.

- Crittenden, S. (2013). "The Effects of Natural Disasters on Birth and School Outcomes of Children in North Carolina". Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in Public Policy Studies in the Graduate School of Duke University.
- Danysh, H., Gilman, R., Wells, J., Pan, W., Zaitchik, B., Gonzálvez, G., Alvarez, M. y W. Checkley (2014)."El Niño adversely affected childhood stature and lean mass in northern Peru". Climate Change Responses. pp 1:7.
- De Bellis, M. y T. Van Dillen (2005), "Childhood Post-Traumatic Stress Disorder: An Overview".Child Adolesc Psychiatric Clin N Am. 14.pp 745– 772.
- De la Barra, F. (2013). "Trastorno de estrés post traumático en niños y adolescentes". Rev Chil Pediatr. 84 (1).pp 7-9.
- Del Valle, M. (2010). "La repitencia en primer grado. Factores que influyen e impacto en los grados siguientes". Guatemala: DIGEDUCA.
- Di Pietro, G. (2017). "The academic impact of natural disasters: evidence from L'Aquila earthquake". Education Economics. Doherty, T. y S. Clayton (2011). "The Psychological Impacts of Global Climate Change". American Psychological Association;pp 265–276.
- Dornan, P., Ogando, M. y K. Pells (2014). "Climate Shoks, Food and Nutrition Security: Evidence from the Young Lives cohort study. University of Oxford.
- Dronkers, J. y P. Robert (2003). "The Effectiveness of Public and Private Schools from a Comparative Perspective. Discussion Paper. European University Institute.
- Eshetu, A. y W. Tessema (2017). "Effect of El Niño induced drought on students' academic performance: a case study in Borena woreda of South Wollo Zone, Ethiopia". Inter. J. Acad. Res. Educ. Rev. 5(2): 37-47.
- Fertig, M. y C. Schmidt (2002). "The Role of Background Factors for Reading Literacy: Straight National Scores in the PISA 2000 Study". CEPR Discussion Paper N° 3544. Londres: Centre for Economic Policy Research.
- García, S., Fernández, C., y F. Sánchez (2010). "Deserción y repetición en los primeros grados de la básica primaria: factores de riesgo y alternativas de política pública". Bogotá: Gente Nueva Editorial Ltda.
- Gibbs, Lisa Nursey, Jane Cook, Janette Ireton, Greg Alkemade, Nathan Roberts, Michelle Gallagher, Hugh Bryant, Richard Block, Karen Molyneaux, Robyn Forbes, David. (2019). "Delayed Disaster Impacts on Academic Performance of Primary School Children". Child Development. 90. 10.1111/cdev.13200.
- Hanushek, E. (1995). "Interpreting Recent Research on Schooling in Developing Countries". The World Bank Research Observer, 10(2), 227–246.
- Hijar, G., Bonilla, C., Munayco, C., Gutierrez, E. y W. Ramos. "Fenómeno El Niño y desastres naturales: intervenciones en salud pública para la preparación y respuesta". Rev Peru Med Exp Salud Publica .33.pp. 300-10.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2017). Boletín Estadístico Virtual de la Gestión Reactiva N° 9.

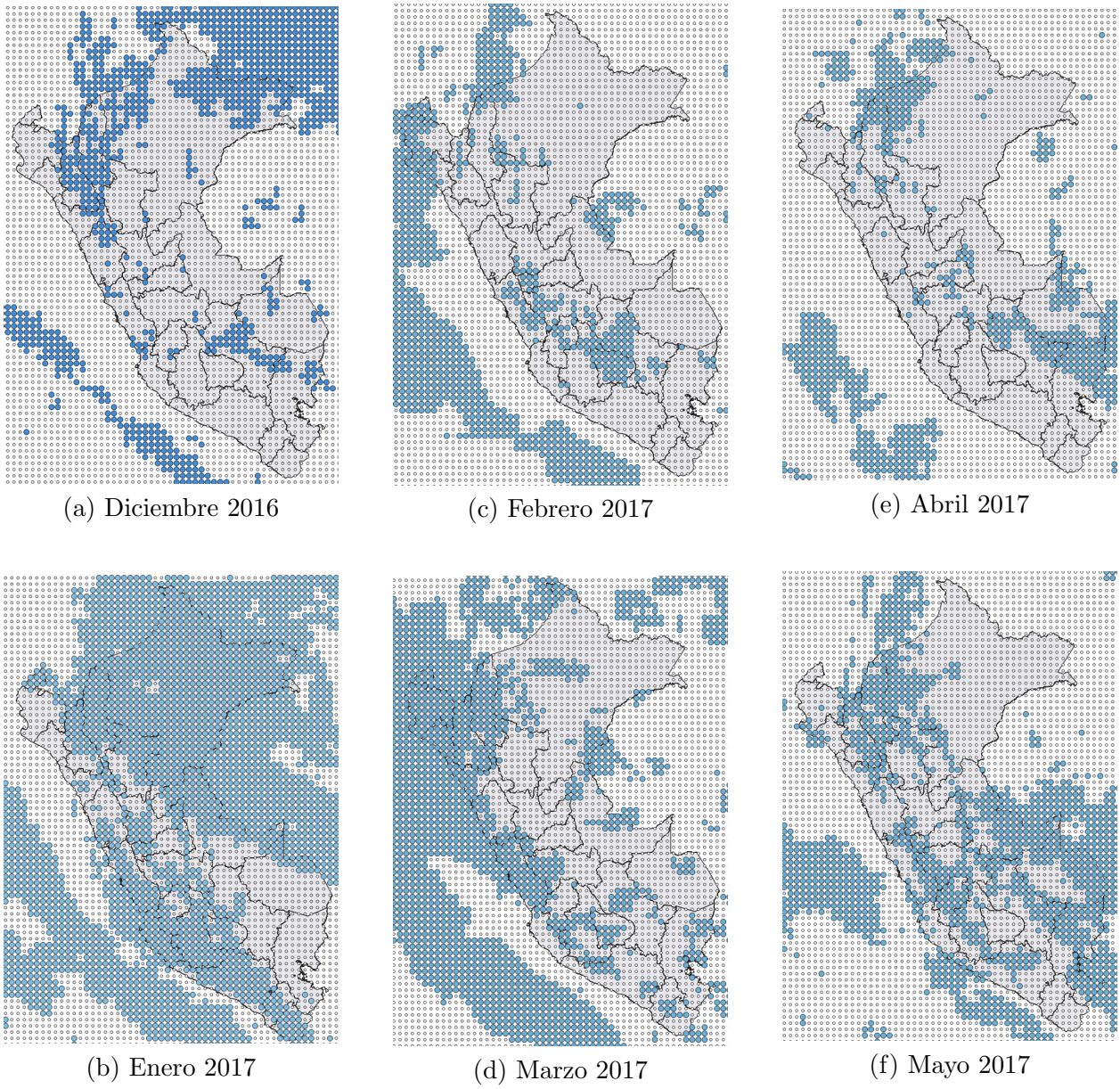
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2018). Boletín Estadístico Virtual de la Gestión Reactiva N° 10.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2018). Fortaleciendo la respuesta ante desastres en el Perú: Lecciones Aprendidas del Fenómeno El Niño Costero 2017 en el Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). "Comportamiento de la Economía Peruana en el Primer Trimestre del 2017". Informe técnico N° 02.
- Jacoby, E., Cueto, S. y E. Pollitt (1999). "Determinants of School Performance among Quechua Children in the Peruvian Andes". Revue Internationale de l'Education 45(1): 27–43.
- Kane, T. y D. Staiger (2008). "Estimating Teacher Impacts on Student Achievement: An Experimental Evaluation". Working Paper N∘ 14607. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Leibowitz, A. (1978). "Home Investments in Children". Journal of Political Economy, parte II.
- Lockheed, M y A. Verspoor (1991). "Improving Primary Education in Developing Countries". Discussion Paper. Oxford University Press. Cambridge: World Bank.
- Mallqui, M. (2019). "Efecto de los desastres naturales sobre la generación de resultados educativos". Tesis de pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Ministerio del Ambiente (MINAM) - Servicio Nacional de Metereología e Hidrología del Perú (SENHAMI) (2014). El fenómeno EL NIÑO en el Perú.
- Ministerio de Educación del Perú (2017). "Plan Nacional de Infraestructura educativa al 2025".
- Ministerio de Educación del Perú (2018). "Desafíos en la medición y el análisis del estatus socioeconómico de los estudiantes peruanos". Serie de aportes Metodológicos.
- Nguyen, C. y M. Pham. (2018). "The impact of natural disasters on children's education: Comparative evidence from Ethiopia, India, Peru, and Vietnam". Review of Development Economics, 22(4), 1561–1589.
- Pérez, J. (2019). "Efectos de la variabilidad climática sobre el desarrollo infantil de la zona rural de Guatemala (Tesis de Magíster)". Potificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Santiago.
- Piedra, E., Vélez, E., Arciniegas, L., Pacurucu, A., Cabrera, P. y F. Mora (2014). "Factores de riesgo social en el desempeño escolar". Maskana, 5(1), pág. 1-13.
- Piñeros, L. y A. Rodríguez (1998). "Los insumos escolares en la educación secundaria y su efecto sobre el rendimiento académico de los estudiantes: un estudio en Colombia. Human Development Department. World Bank.
- Presidencia del Consejo de Ministros, (2004). "Diagnóstico para la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos para el Desarrollo". Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo.

- Ramón, D., Lau, A. y C. Balmaseda (2007). "La vulnerabilidad del sector agricola frente a los desastres: reflexiones generales". Zonas Áridas 11. pp. 174-194.
- Ramos, C. (2013). "El Impacto de la repitencia escolar, provoca deserción escolar". Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa Zona 1 Playa Grande, Ixcán, Quiché. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Rosales, M. (2018). The impact of early life shocks on human capital formation: Evidence from El Niño floods in Ecuador. Journal of Health Economics, 62 , 13–44.
- Rothstein, J. (2008). "Teacher Quality in Education Production: Tracking, Decay Student Achievement". Working Paper N○ 14442. Cambridge: NBER.
- Rush, V. (2017). "The Impact of Natural Disasters on Education in Indonesia". Economics of Disasters and Climate Change volume 2, pages137–158.
- Sánchez, M. y F. Del Sagrario (2013). "Las evaluaciones estandarizadas: sus efectos en tres países latinoamericanos". Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), vol. XLIII, núm. 1. pp. 97-124.
- Shah, M. y M. Steinberg. (2017). "Drought of Opportunities: Contemporaneous and Long Term Impacts of Rainfall Shocks on Human Capital". Journal of Political Economy, 2017, vol. 125, no. 2.
- Tejedor, F. y A. García (2007)."Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de los profesores y alumnos). Propuestas de mejora en el marco del EEES". Revista de Educación, 342. pp. 443-47.
- Thamtanajit, K. (2020). "The Impacts of Natural Disaster on Student Achievement: Evidence from Severe Floods in Thailand". The Journal of Developing Areas, Volume 54, Number 4, Fall 2020.
- Tuan, A., Dungey, M., Viet, C. y T. Phuong, (2014). The impact of natural disasters on household income, expenditure, poverty and inequality: evidence from Vietnam, Applied Economics, 46:15, 1751-1766.
- UNICEF (2011). "Exploring the Impact of Climate Change on Children in South Africa". Pretoria: UNICEF South Africa
- Ubilava, D. (2012). "El Niño, La Niña, and world coffee price dynamics". Agricultural Economics 43.p. 17–26.
- Vreyer, P., Guilbert, N. y S. Mesple-Somps. (2015). "Impact of Natural Disasters on Education Outcomes: Evidence from the 1987–89 Locust Plague in Mali". Journal of African Economies, 2015, Vol. 24, number 1, 57–100
- Woebman, L. (2003). "Schooling Resources, Educational Institutions, and Student Performance: The International Evidence. Working Paper 983. Kiel Institute for World Economics.
- World Meteorological Organization (2012). "Standardized Precipitation Index: User Guide"

9. Anexos

Anexo 1

Figura 4: Precipitaciones pluviales entre diciembre 2016 y mayo 2017 con SPI$\geq 1sd$



(a) Diciembre 2016 (c) Febrero 2017 (e) Abril 2017

(b) Enero 2017 (d) Marzo 2017 (f) Mayo 2017

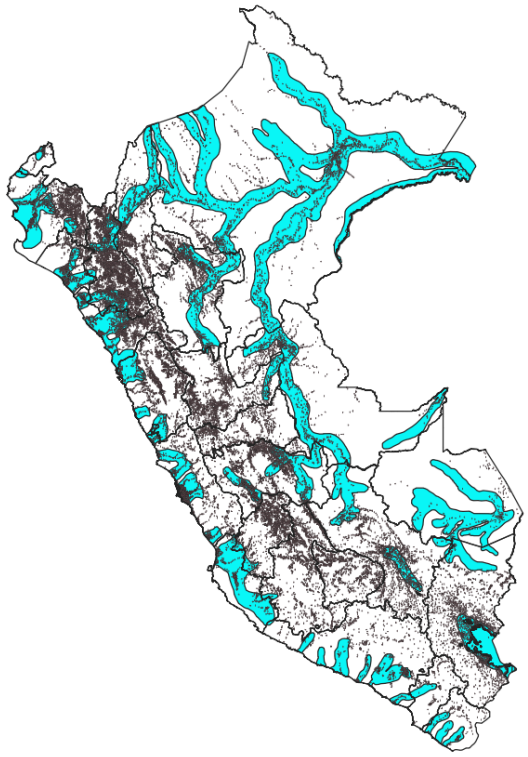
Anexo 2

Tabla 11: Porcentaje de colegios en zonas con riesgo de inundación según nivel de exposición al FEN

Exposición (meses)	Primaria		Secundaria	
	No	Si	No	Si
0	59.4	40.6	57.8	42.2
1	46.2	53.9	44.1	55.9
2	26.6	73.4	26.1	74.0
3	52.4	47.6	49.2	50.8
4	83.2	16.8	86.4	13.6
5	88.4	11.6	90.8	9.2
Total	42.9	57.1	42.4	57.7

Anexo 3

Figura 5: Mapa de zonas de peligro potencial de inundación



Nota: Las zonas sombreadas de celeste representan las zonas con riesgo de inundacion.

Fuente: Reanálisis ERA5, ECMWF - PCM.

Anexo 4

Se muestra el balance post emparejamiento, en él se observa que, con excepción de la variable "Miembros del hogar"($p = 0{,}021$), el matching ha sido exitoso, los tratados y controles no son distintos estadísticamente.

Tabla 12: Balance post emparejamiento para el caso de 1 vecino más cercano

Variables	Control	Tratamiento	P-Valor
Años de educación	7.075	6.936	0.127
Sexo (jefe del hogar)	0.806	0.800	0.481
Miembros del hogar	3.820	3.925	0.021
Área	5.562	5.572	0.832
Nivel Socioeconómico	5.405	5.404	0.980
Actvidad de empleo	16.406	16.222	0.800
Región	11.726	11.748	0.859