

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Evaluación de impacto del Programa Nacional de Saneamiento Rural en las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años

Tesis para obtener el grado académico de Magistra en Economía que presenta:

Margarita Mamani Condori

Asesor:

Juan Manuel García Carpio

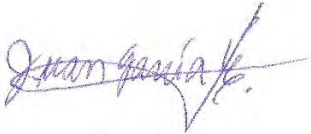
Lima, 2023

Informe de Similitud

Yo, Juan Manuel García Carpio, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada: "Evaluación de impacto del Programa Nacional de Saneamiento Rural en las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años" de la autora Margarita Mamani Condori, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 28%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 10/07/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 24 de julio de 2023.

Apellidos y nombres del asesor: <u>García Carpio, Juan Manuel</u>	
DNI: 09951307	Firma: 
ORCID: 0000-0002-2836-5701	

Dedicatoria

*A mi mamá Lidia, a mi hermana Nancy,
a mi sobrina Ednali, por todo el apoyo en
los momentos felices, pero sobre todo en
los momentos difíciles. Un beso al cielo
para mi papá Víctor.*



Agradecimientos

A Juan García Carpio por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación. A Pedro Francke y Sandro Huamaní por sus valiosos comentarios.



Resumen

El presente trabajo de investigación evalúa el impacto de la intervención del Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR, en las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años para el periodo 2010 -2019. Para realizar la evaluación de impacto se emplean dos metodologías, la primera un panel de datos con efectos fijos distritales y la segunda un modelo de diferencias en diferencias con múltiples periodos de tiempo y variación en el momento del tratamiento propuesto por Callaway y Sant'Anna (2020). Los resultados encontrados sugieren que la intervención del PNSR disminuye los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años entre 1 a 2.2 casos por cada 100 menores de cinco años. Asimismo, el presente estudio evalúa efectos heterogéneos, encontrando que los distritos con menor nivel de cobertura y calidad de agua potable antes de la intervención del PNSR son los más beneficiarios del programa. Del mismo modo, se analiza otros efectos heterogéneos como quintil de pobreza monetaria, región natural y porcentaje de ruralidad. Por último, se evalúa el impacto de culminar un proyecto adicional, la exposición temporal y la inversión per cápita en proyectos de agua potable y saneamiento sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. En suma, los resultados encontrados son fuente importante de información para el diseño e implementación de políticas públicas orientadas a la reducción de este tipo de infecciones.

Palabras clave: Agua, saneamiento, infecciones respiratorias, PNSR.

Abstract

This research work evaluates the impact of the intervention of the National Rural Sanitation Program - PNSR, on acute respiratory infections in children under five years of age for the period 2010 -2019. Two methodologies are used to carry out the impact evaluation, the first a panel data with district fixed effects and the second a difference-in-differences model with multiple time periods and variation in the timing of treatment proposed by Callaway and Sant'Anna (2021). The results found suggest that the PNSR intervention decreases cases of acute respiratory infections in children under five years of age by 1 to 2.2 cases per 100 children under five years of age. Likewise, the present study evaluates heterogeneous effects, finding that the districts with the lowest level of coverage and quality of drinking water before the PNSR intervention are the ones that benefit the most from the program. Similarly, other heterogeneous effects are analyzed, such as monetary poverty quintile, natural region and percentage of rurality. Finally, the impact of completing an additional project, temporal exposure and per capita investment in drinking water and sanitation projects on cases of acute respiratory infections in children under five years of age is evaluated. In sum, the results found are an important source of information for the design and implementation of public policies aimed at reducing this type of infections.

Keywords: Water, Sanitation, respiratory infections, PNSR.

Índice

Resumen	v
Índice	vi
Lista de tablas	viii
Lista de figuras	ix
Lista de anexos	xi
Capítulo 1: Introducción	1
1. Planteamiento y delimitación del problema.....	1
2. Objetivos de la investigación	12
3. Estructura del documento	13
Capítulo 2. Marco teórico	14
1. Infecciones respiratorias agudas	19
Capítulo 3. Marco normativo e institucional	26
Capítulo 4. Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR)	31
Capítulo 5. Relevancia empírica	39
1. Literatura internacional	39
2. Literatura para el caso peruano	42
Capítulo 6. Hipótesis de la investigación	43
Capítulo 7. Lineamientos metodológicos	44
1. Base de datos	44
2. Variables.....	46
3. Metodología	50
3.1 Metodología de Dasso, Fernández y Ñopo.....	50
3.2 Metodología de Callaway y Sant'Anna	53
Capítulo 8. Resultados	60
1. Resultados de la primera metodología	60
2. Resultados de la segunda metodología.....	65
3. Efectos heterogéneos	68
4. Robustez de las estimaciones	78
Conclusiones	81
Recomendaciones	83

Referencias bibliográficas	85
Anexos	91



Lista de tablas

Tabla 1: Enfermedades relacionadas con el agua	14
Tabla 2: Infraestructura institucional del sector de saneamiento	27
Tabla 3: Efecto del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)	60
Tabla 4: Efecto de culminar un proyecto adicional de agua potable y saneamiento sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)	61
Tabla 5: Efecto de exposición temporal sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)	63
Tabla 6: Efecto de la inversión per cápita en proyectos de agua potable y saneamiento sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)	64
Tabla 7: Estimaciones del efecto del tratamiento agregado del PNSR	67
Tabla 8: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años según porcentaje de ruralidad (Panel de datos 2010-2019)	69
Tabla 9: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por quintil de pobreza (Panel de datos 2010 -2019)	72
Tabla 10: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por región natural (Panel de datos 2010-2019)	74
Tabla 11: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años según calidad de servicio de agua potable (Panel de datos 2010-2019)	75
Tabla 12: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años según cobertura de agua potable (Panel de datos 2010-2019)	77
Tabla 13: Efecto del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, considerando rezago y adelanto del tratamiento (Panel de datos 2012-2019)	78
Tabla 14: Efecto del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años en el año 2011 (previo al tratamiento)	79
Tabla 15: Resultados de la prueba de cambio de la variable dependiente por una variable exógena (Panel de datos 2010-2019)	80

Lista de figuras

Figura 1: Evolución de los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años reportados en consulta externa en los centros de establecimientos de salud (2010-2022).....	2
Figura 2: Evolución de los casos de infecciones respiratorias reportados en consulta externa en los centros de establecimientos de salud (2010-2022).....	4
Figura 3: Evolución de la incidencia de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años (2010-2021).....	6
Figura 4: Evolución de la cobertura de agua potable, por área de residencia (2010-2021).....	10
Figura 5: Evolución de los hogares con presencia de cloro residual adecuado en el ámbito rural (2010-2021).....	10
Figura 6: Evolución de la cobertura al servicio sanitario, por área de residencia ..	11
Figura 7: Modelo lógico del Programa Articulado Nacional	16
Figura 8: Teoría de cambio del Programa Nacional de Saneamiento Rural.....	17
Figura 9: Modelo teórico de acceso a agua potable y saneamiento y las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.	18
Figura 10: Clasificación de las infecciones respiratorias agudas.....	20
Figura 11: Trasmisión aérea de virus respiratorios.....	21
Figura 12: Trasmisión aérea en el interior	22
Figura 13: Infecciones respiratorias agudas, según tipología (2010-2021)	23
Figura 14: Incremento de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años (2010 -2021)	24
Figura 15: Defunciones por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, según tipología (2010-2021).....	25
Figura 16: Defunciones por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años (2010 -2021)	26
Figura 17: Administradores de servicios de saneamiento en el ámbito rural	29
Figura 18: Tipo de organizaciones comunales en el ámbito rural.....	29
Figura 19: Actores en el ámbito rural.....	30
Figura 20: Evolución anual y acumulada de los proyectos culminados por el PNSR (2012-2021).....	34
Figura 21: Evolución anual y acumulada de la inversión de los proyectos culminados por el PNSR (en millones de soles) (2012-2021)	34

Figura 22: Líneas de intervención del PNSR.....35

Figura 23: Evolución de las líneas de intervención del PNSR35

Figura 24: Evolución de la inversión promedio por proyecto36

Figura 25: Comparación de indicadores de cobertura y calidad de agua potable y cobertura de alcantarillado (2012 y 2021)37

Figura 26: Infecciones respiratorias agudas y proyectos culminados por el PNSR (2012-2021).....38

Figura 27: Efectos del tratamiento promedio de tiempo- grupo del PNSR67



Lista de anexos

Anexo 1: Infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, según departamento (2019 y 2021)	91
Anexo 2: Acceso a agua potable y saneamiento, según quintiles de ingreso	92
Anexo 3: Cobertura de los servicios de agua potable, según departamento (2019 y 2021)	94
Anexo 4: Cobertura de alcantarillado, según departamento (2019 y 2021).....	95
Anexo 5: La Prueba de Hausman.....	96
Anexo 6: Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por distrito a nivel nacional (2021).....	98
Anexo 7: Defunciones por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por distritos a nivel nacional (2010-2021)	99
Anexo 8: Distritos intervenidos por el PNSR por cada año.....	100
Anexo 9: Distritos intervenidos por el PNSR durante el periodo 2012 -2022 ^{1/}	104
Anexo 10: Análisis de correlación entre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años y los proyectos culminados por el PNSR	105
Anexo 11: Prueba de no causalidad de Granger para datos de panel	106
Anexo 12: Resultados de la prueba de no causalidad de Granger para datos de panel.....	107
Anexo 13: Test de medias	108
Anexo 14: Estadísticas descriptivas	109
Anexo 15: Supuestos de la metodología de Callaway y Sant' Ana.....	110
Anexo 16: Efecto del tratamiento promedio de tiempo- grupo del PNSR	111
Anexo 17: Efecto del tratamiento promedio de tiempo – grupo del PNSR	113
Anexo 18: Efectos heterogéneos:.....	115
Anexo 19: Distribución de los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, antes y después del tratamiento	119

Capítulo 1: Introducción

1. Planteamiento y delimitación del problema

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), señala como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible¹ “Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todas las edades es esencial para el desarrollo sostenible”, a fin de que para el año 2030 se logre eliminar aquellas enfermedades que son transmitidas por el agua, además de poner fin a las epidemias de la tuberculosis, el SIDA, la malaria, entre otras enfermedades. Sin embargo, alrededor de sesenta y nueve millones de menores de edad morirán antes de cumplir los cinco años entre el 2016 y 2030 a causa de enfermedades que son prevenibles y tratables (UNICEF, 2016).

Según la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud (OMS y OPS, 2014), las infecciones respiratorias agudas ocasionan la muerte de aproximadamente 4.3 millones de menores de cinco años, siendo entre este tipo de infecciones la neumonía la principal causa de muerte en menores de cinco años a nivel mundial, ocasionando la muerte anual de alrededor de 1.2 millones de menores de cinco años. En la misma línea, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) & World Health Organization (WHO) (2006), señalan que la neumonía (19%) es la principal causa de muerte en menores de cinco años edad, por encima de la diarrea (17%), malaria (8%), asfixia (8.0%), sarampión (4.0%) y SIDA (3.0%). En el Perú, de acuerdo con el Ministerio de Salud (MINSA)² durante el periodo 2010-2021, alrededor del 26% del total de muertes en menores de cinco años, se deben a las infecciones respiratorias agudas, muy por encima de las otras causas frecuentes como las malformaciones (14.9%) y

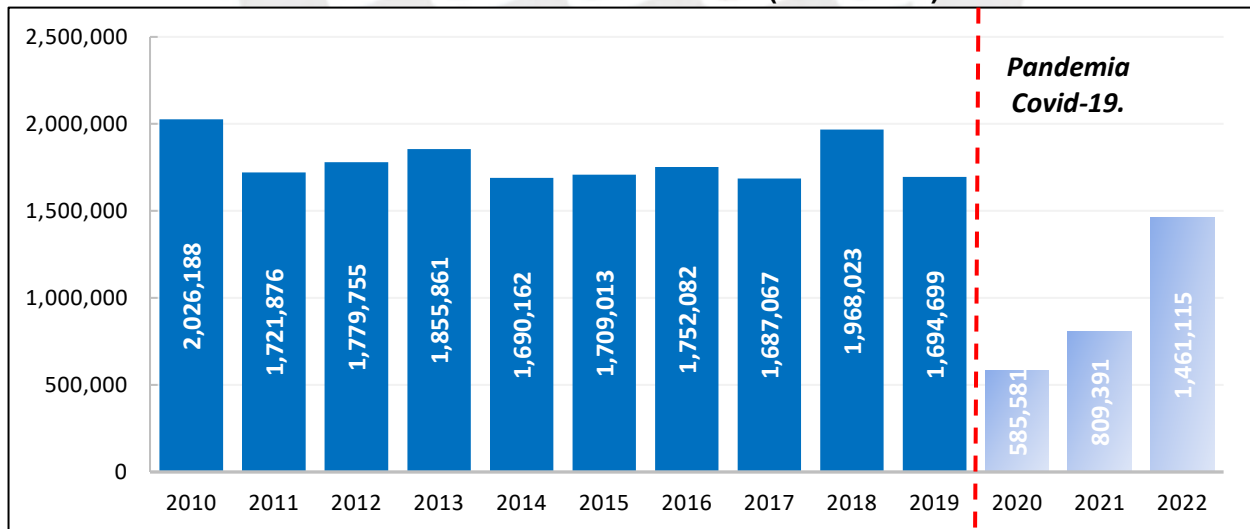
¹ Adoptados por las Naciones Unidas en el año 2015, a fin de acabar con la pobreza, el hambre, el SIDA y la discriminación de mujeres y niñas. Comprende 17 objetivos de desarrollo sostenible y 169 metas. Cabe precisar que los objetivos de desarrollo sostenible tienen sus antecedentes en los ocho objetivos de desarrollo del milenio (ODM), los cuales fueron suscritos por 189 países en el año 2000 a fin de reducir la pobreza para el 2015. En la medida que la pobreza, está altamente relacionada con la falta de acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, desnutrición crónica, mortalidad y falta de educación.

² Padrón de mortalidad general en menores de cinco años remitido por el MINSA, solicitado a través del portal de transparencia del MINSA, mediante solicitud de acceso a la información N° 23- 000473, siendo remitido a través de correo electrónico el 17 de enero de 2023, por la Oficina General de Tecnologías de la Información.

sepsis (13.7%); y entre los tipos de infecciones respiratorias agudas, la neumonía representa alrededor del 93% del total de muertes de menores de cinco años edad.

Respecto a la morbilidad, alrededor de 1.8 millones de casos de infecciones respiratorias agudas se presentaron en consulta externa en los establecimientos de salud, entre los menores de cinco años, lo cual se ha mantenido casi constante durante el periodo 2010-2019. Cabe precisar que en los años 2020 y 2021 los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años reportados en consulta externa en los centros de establecimientos de salud disminuyeron a 585,581 y 809,391 casos respectivamente, debido a las restricciones impuestas por el gobierno central a fin de mitigar los impactos de la COVID – 19, como lo son el uso de mascarilla, distanciamiento social, cuarentena y la promoción de la importancia del lavado de manos, entre los principales³, sin embargo durante el año 2022, los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años se han incrementado en más de 150% respecto a lo registrado durante el año 2020. En el siguiente gráfico se muestra lo mencionado anteriormente.

Figura 1: Evolución de los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años reportados en consulta externa en los centros de establecimientos de salud (2010-2022)



Fuente: Oficina General de Tecnologías de la Información del Ministerio de Salud – MINSa.
Elaboración: Propia.

³ A través del Decreto Supremo N° 008-2020-S.A , por medio del cual se declaró el estado de emergencia sanitaria a nivel nacional, y el Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, por medio del cual se declaró el estado de emergencia nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la nación a consecuencia del brote del COVID -19, y sus consiguientes prórrogas.

Respecto al párrafo anterior, la Organización Mundial de Salud (OMS, 2022)⁴, señala que las medidas de higiene y distanciamiento social aplicadas por los diferentes países a fin de reducir la transmisión del virus SARS- CoV-2⁵, ha tenido el efecto de reducir desde el mes de marzo de 2020 las infecciones respiratorias agudas. Sin embargo, desde inicios del año 2022 se han evidenciado incrementos de este tipo de infecciones a medida que se flexibilizan las medidas que fueron adoptadas para frenar la propagación de la Covid-19. Cabe precisar que el 5 de mayo de 2023, la referida institución puso fin a la pandemia de la Covid-19, la cual comenzó en enero 2020, cobrando la vida de alrededor de 20 millones de personas y afectando a más de 765 millones de personas. En el Perú, mediante decreto supremo N° 130-2022-PCM, del 26 de octubre del 2022, se puso fin al estado de emergencia nacional originado por la pandemia de la Covid – 19. En este contexto, es de esperarse que los casos de infecciones virales sigan su tendencia al incremento y retornen al menos a sus niveles de prepandemia.

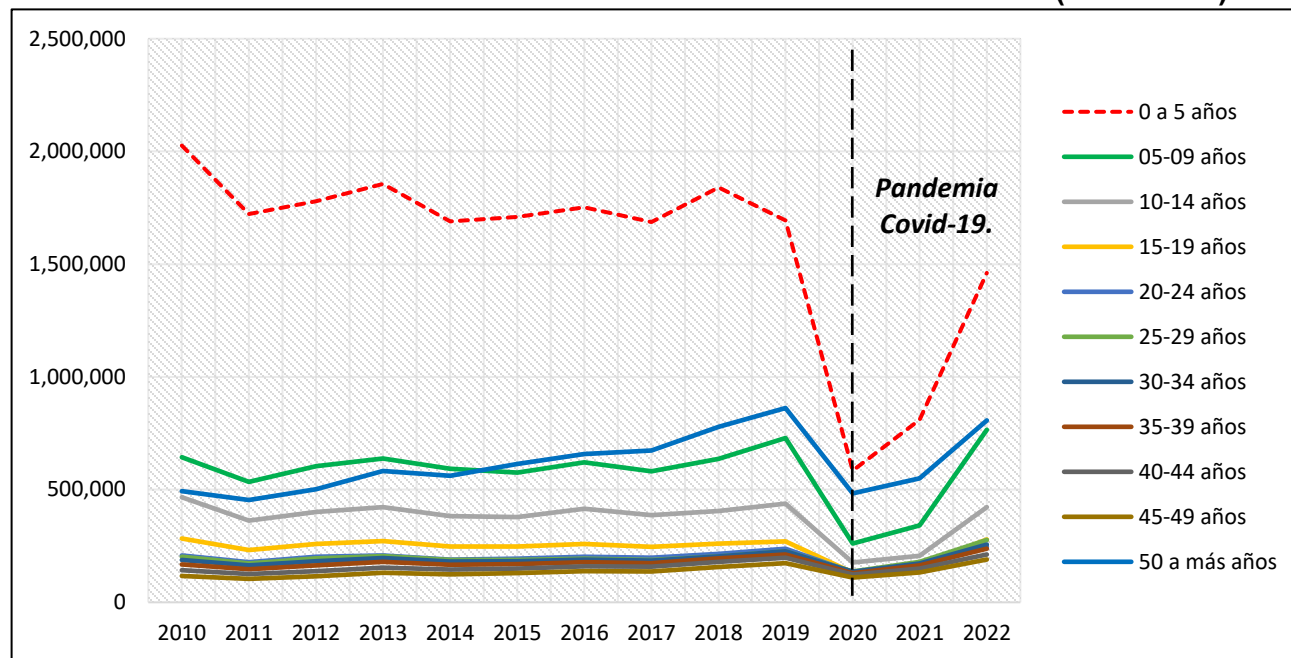
Adicionalmente, de acuerdo con el padrón general de casos de infecciones respiratorias agudas del Ministerio de Salud (MINSA)⁶, durante el periodo 2010-2019, se evidencia que alrededor del 50% de los casos de infecciones respiratorias agudas se presenta en los menores de 5 años y adultos mayores de 50 años edad, de los cuales 38% representa los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años, constituyéndose este grupo de edad como el más vulnerable o afectado a este tipo de infecciones respiratorias agudas. En el siguiente gráfico se ilustra los mencionado anteriormente:

⁴ En su informe actualización de Influenza N°45, del 08 de agosto de 2022, basado en información hasta el 24 de julio 2022, proveída por el Programa Mundial contra la Covid – 19, a través de su plataforma web FluNet, que provee información del virus respiratorio de la influenza desde el año 1997.

⁵ Virus que causa la enfermedad por coronavirus, comúnmente conocida como Covid-19.

⁶ La base de datos fue solicitada a través del portal de transparencia del Ministerio de Salud, mediante número de solicitud N° 23-004602, y remitida mediante correo electrónico de fecha 27 de abril de 2023.

Figura 2: Evolución de los casos de infecciones respiratorias reportados en consulta externa en los centros de establecimientos de salud (2010-2022)



Fuente: Oficina General de Tecnologías de la Información del Ministerio de Salud – MINSA.
Elaboración: Propia.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2016) señala que se puede reducir la morbilidad y mortalidad por estas enfermedades a través de medidas efectivas, como el lavado frecuente de manos con agua y jabón, la higiene respiratoria; es decir, cubrirse la boca y nariz al estornudar o toser, reducción de la contaminación de los interiores de las viviendas, corrección de factores medio ambientales, adecuada nutrición (lactancia materna, suplemento de vitaminas A y Zinc), incremento de la tasa de inmunizaciones que ayuden a prevenir las infecciones que causan la neumonía y otras infecciones respiratorias e indirectamente aumentan la capacidad de absorción de los nutrientes que los menores ingieren, y acceso a agua potable y saneamiento. Respecto al último punto, la OMS (2022) señala que el agua en suficientes cantidades y de calidad, ayuda a prevenir las enfermedades diarreicas, las infecciones respiratorias agudas, la colera, la fiebre tifoidea, la disentería⁷, poliomielitis, así como, una variedad de enfermedades tropicales que no son atendidas.

⁷ De acuerdo con la OMS (2017), la diarrea disintérica o disentería, es un tipo de diarrea con sangre aguda.

Conforme con el Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2015), los síntomas de las infecciones respiratorias agudas dependen de la edad y la causa de la infección, siendo los principales síntomas la respiración rápida o dificultad respiratoria, tos, fiebre, resfriado, dolor de cabeza, pérdida de apetito y jadeos. En los recién nacidos, incluso puede causar convulsiones, hipotermia, aturdimiento y problemas para ingerir alimentos.

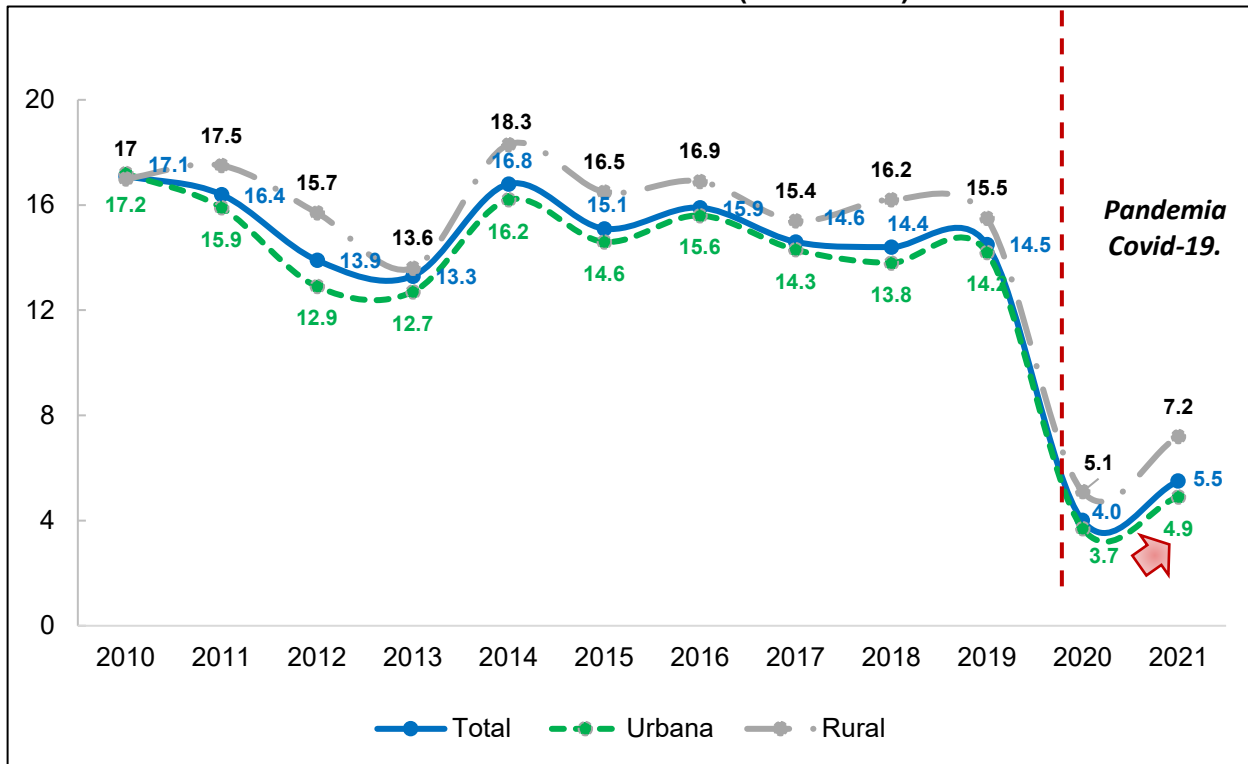
Del análisis de la evolución en el Perú de la incidencia de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por área de residencia para el periodo 2010 -2021 (ver Anexo 1 para un análisis por departamento), se evidencia que el área rural es la más afectada por este tipo de infecciones respiratorias, debido principalmente a la ausencia de políticas públicas y estrategias para el desarrollo rural. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 2013), alrededor de 80 millones de personas en el área rural no tienen los ingresos suficientes para cubrir sus necesidades básicas (aseo, alimentación, acceso a salud, entre otros) y el 60% de ellos no genera los ingresos suficientes para cubrir una canasta básica de alimentos.

Zegarra (2019), señala que la pobreza rural se debe a que la actividad principal “agricultura” se encuentra tan dispersa que ocasiona altos costos de producción y exposición a los fenómenos naturales, generando poco incentivo a la inversión privada y por lo tanto poco desarrollo rural. Si bien las políticas sociales desarrolladas por el estado son paliativos, no son la receta para el desarrollo rural, pero es innegable su importancia en el aumento de la calidad de vida de las personas. El estado a través del Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) ha permitido aumentar la cobertura de agua potable y saneamiento, y la calidad del agua a las zonas rurales más pobres del país.

Precisamente la hipótesis principal de la presente investigación plantea que las intervenciones del PNSR tiene el efecto de disminuir los casos de infecciones respiratorias agudas en los menores de cinco años de edad (grupo más vulnerable a este tipo de infecciones respiratorias agudas), la citada conjetura se sustenta en la revisión de la literatura nacional e internacional, que sugiere que la ausencia de agua potable y saneamiento; así como, la falta de higiene son factores de riesgo para el aumento de las

infecciones respiratorias agudas sobre todo en el grupo más vulnerable (menores de cinco años). En el siguiente gráfico se muestra la evolución de las infecciones respiratorias por área de residencia.

Figura 3: Evolución de la incidencia de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años (2010-2021)



Fuente: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar -ENDES.
Elaboración: Propia.

Respecto al agua potable y saneamiento, la Organización de las Naciones Unidas (ONU,2018), señala como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible⁸: “ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”, a fin de lograr el acceso universal y equitativo del agua potable a un precio viable para todos los hogares al año 2030⁹. En la misma línea el Plan Nacional de Saneamiento 2022 2026, elaborado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS,

⁸ Adoptados por la Naciones Unidas en el año 2015, a fin de acabar con la pobreza, el hambre, el SIDA y la discriminación de mujeres y niñas. Comprende 17 objetivos de desarrollo sostenible y 169 metas.

⁹ El 28 de julio de 2010, las Naciones Unidas reconoce por primera vez que el derecho al agua potable y saneamiento es un derecho esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos.

2021), contempla el acceso universal al agua potable en el 2030 y 2032 para el área urbana y rural respectivamente.

De acuerdo con Howard y Bartram (2003), una persona requiere como mínimo 7.5 litros diarios de agua potable para satisfacer sus necesidades de preparación de alimentos y beber agua, lo que equivale a 0.9 m³ mensuales para una familia promedio de 4 miembros. Asimismo, estos autores mencionan que se requiere de 12.5 litros diarios para cubrir las necesidades básicas de higiene, como lavado de manos, aseo y lavado de ropa, lo que equivale a 1.5 m³ mensuales por familia. En suma, una familia promedio requeriría de 2.4 m³ para satisfacer de sus necesidades básicas. Por otro lado, la OMS señala que solo se necesita entre 50 y 100 litros de agua al día por persona para cubrir todas las necesidades básicas, esto es, considerando una familia promedio de 4 miembros, entre 6 y 12 m³ mensuales por familia. Sin embargo, el consumo promedio mensual familiar bordea los 30 m³ para Lima Metropolitana, debido a prácticas inadecuadas, antigüedad de la red y filtraciones (AQUAFONDO, 2013).

Se estima que a nivel mundial más de 2,200 millones de personas no tienen agua potable de modo adecuado, más de 4,200 millones de personas no tienen acceso a saneamiento adecuado, por lo menos 892 millones de personas defecan al aire libre, y alrededor de 3,000 millones de personas no cuentan con un espacio donde lavarse las manos con agua y jabón (ONU, 2019). De acuerdo con la UNICEF (2019), se han realizado avances importantes en el acceso universal a agua potable y saneamiento, pero estos avances han sido desiguales, en la medida que las personas más pobres y que viven en zonas rurales son la que menos avances han tenido en comparación a personas con mayores ingresos y que viven en zonas urbanas (ver Anexo 2)

Asimismo, el avance en el acceso universal no ha sido acompañado de mejoras en la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento. En ese sentido no es suficiente el acceso universal, sino que además el agua debe ser apta para consumo humano y debe ser de fácil accesibilidad; y el acceso a retretes o letrinas debe ser adecuado y no reducido. En la misma línea, el Banco Mundial (como se citó en Mendoza y Arteaga,

2021¹⁰), revela que para América Latina y el Caribe el 12% de las personas que viven en zonas rurales no cuentan con acceso a agua potable y el 30% no cuenta con acceso a saneamiento.

En este escenario, los recursos destinados para agua y saneamiento son insuficientes¹¹, se estima que en América Latina y el Caribe, la brecha de inversión¹² asciende a más de \$511 mil millones, de los cuales \$358 mil millones son requeridos en el área urbana y \$154 mil millones en el área rural, esto significa una inversión promedio anual de 0.5% en términos del Producto Interno Bruto regional (Brichetti et al., 2021).

Para el caso de Perú, se estimó que el valor de la brecha de infraestructura de acceso básico a agua potable en el corto plazo asciende a \$1,563¹³ millones, de los cuales el 95% corresponde a la zona rural y el 5% restante a la zona urbana; mientras que para saneamiento se estima en \$7,485 millones. Para el largo plazo se estima que la brecha ascendería a \$6,297 millones y \$18,582 millones en agua potable y saneamiento respectivamente. Mientras que la brecha de calidad¹⁴ de la infraestructura de agua potable y saneamiento en el corto y largo plazo ascendería a \$10,713 millones y \$30,890 millones respectivamente (MEF, 2019)¹⁵.

Por otro lado, en una reciente investigación se estimó que para cerrar la brecha de infraestructura de acceso a agua potable y saneamiento para el 2030 en el Perú, se requiere un monto de inversión ascendente a \$7,936 millones y \$ 11,943 millones respectivamente (Brichetti et.al, 2021). De acuerdo con el Ministerio de Vivienda,

¹⁰ Programa Nacional de Saneamiento Rural.

¹¹ La participación del presupuesto de saneamiento respecto al presupuesto total nacional se ha mantenido casi constante alrededor del 3.8% en los últimos 12 años.

¹² Comprende la construcción de nueva infraestructura, cierre de los déficits actuales, y la construcción de nueva infraestructura para atender a la demanda futura.

¹³ Considerando un tipo de cambio promedio de 3.85 (S/ por \$). Fuente: BCRP.

¹⁴ De acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2019), se emplearon dos indicadores:

1. Indicador de acceso al servicio de agua segura: Este se define como un agua accesible y disponible (con acceso de 24 horas al día), y libre de cualquier contaminante”.

2. Indicador de saneamiento seguro: Este se define como el acceso a instalaciones de saneamiento no compartidas con otros hogares, mediante los cuales las excretas son eliminadas de forma segura, in situ o transportadas, y tratadas posteriormente. (p,22)

¹⁵ Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad.

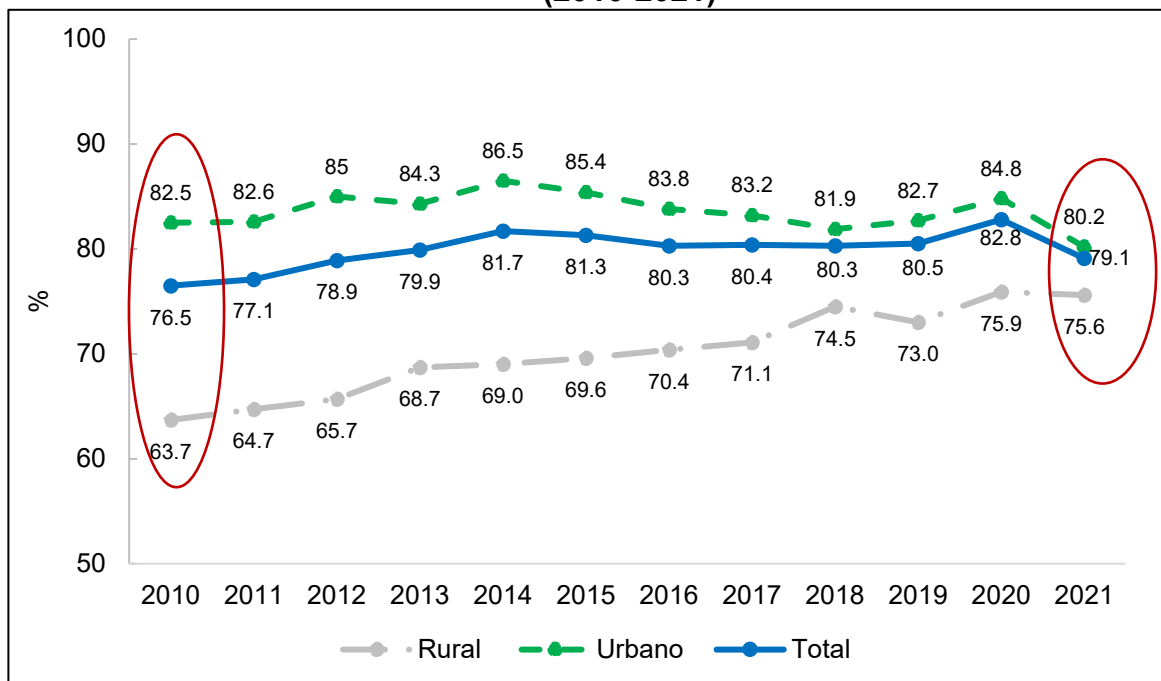
Construcción y Saneamiento (MVCS, 2021), el monto de inversión necesaria para el cierre de brecha de infraestructura para el sector de saneamiento ascendería a \$25,595 millones para el 2030, en el escenario en que no se realizarán inversiones en los próximos años.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2021), la proporción de viviendas a nivel nacional que contaban con acceso a agua potable por red pública¹⁶ durante los últimos 11 años se ha mantenido casi estable pasando de 76.5% en el 2010 a 79.1% en el 2021 (el detalle a nivel de departamento se encuentra en el Anexo 3). En el área rural, la cobertura de agua potable ha registrado un rápido incremento en el orden de 12% en los últimos 11 años, pero aun así la cobertura de agua potable en la zona rural sigue estando por debajo de la cobertura en el área urbana. Si bien ha ocurrido un incremento rápido del saneamiento rural en los últimos años, esto no ha ido acompañado del aumento de la calidad del servicio, debido a que solo el 1.6% de los hogares rurales en promedio tiene acceso a agua segura o adecuada; es decir, agua con presencia de cloro residual mayor o igual a 0.5mg./l¹⁷. (INEI, 2020).

¹⁶ Se considera red pública dentro de la vivienda, red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio, pilón y grifo público.

¹⁷ Decreto Supremo N° 031- 2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

Figura 4: Evolución de la cobertura de agua potable, por área de residencia (2010-2021)

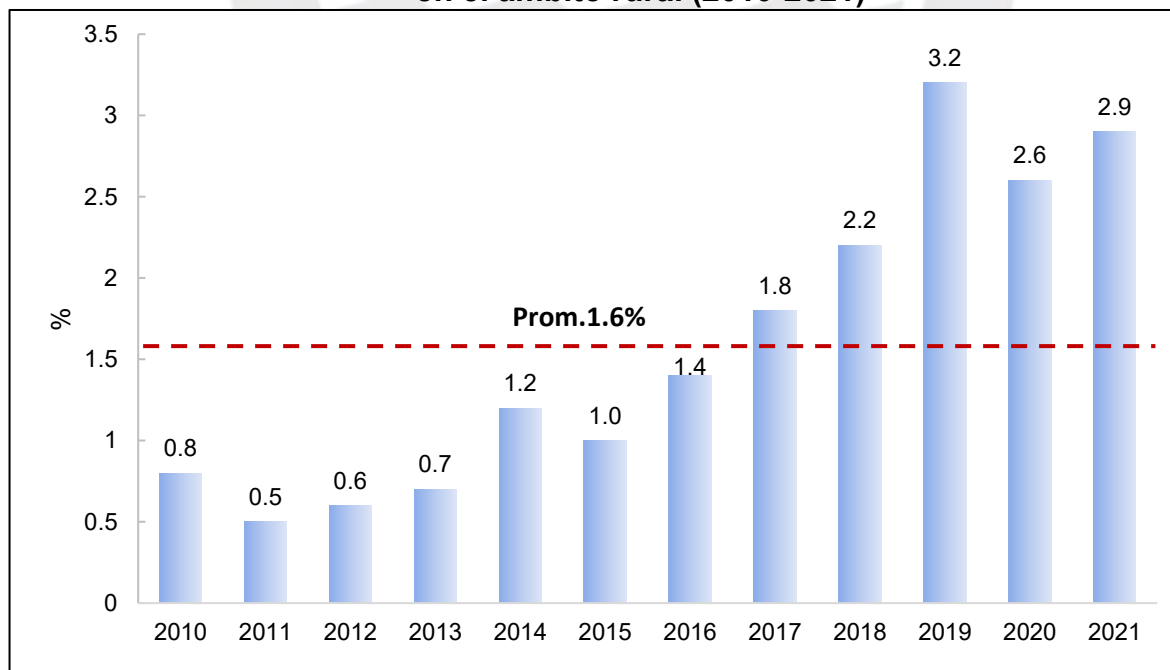


Nota: Considera viviendas con fuente de agua para beber por red pública. Incluye agua potable dentro y fuera de la vivienda y pilón/grifo público.

Fuente: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – ENDES.

Elaboración: Propia.

Figura 5: Evolución de los hogares con presencia de cloro residual adecuado en el ámbito rural (2010-2021)

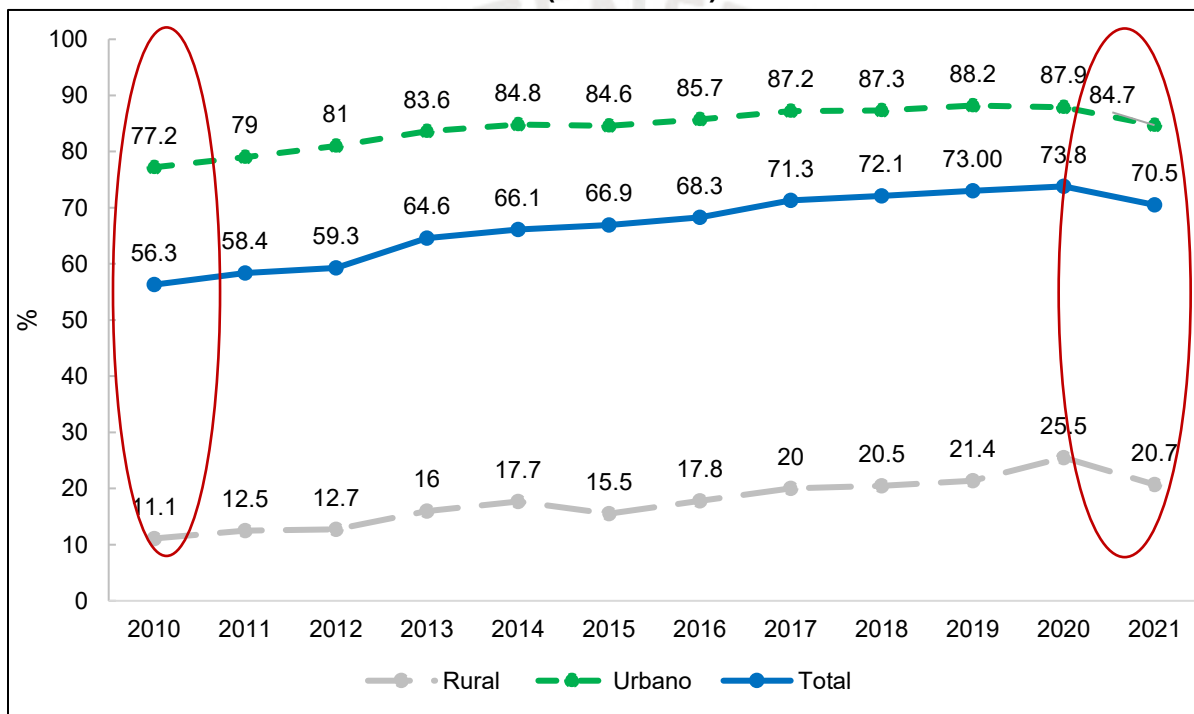


Fuente: Encuesta Nacional de Hogares -ENAHO.

Elaboración: Propia.

Respecto al acceso al servicio sanitario, la proporción de viviendas que contaban con acceso a servicio sanitario a través de red pública¹⁸ ha pasado de 56.3% en el 2010 a 70.5% en el 2021 (el detalle a nivel de departamento se encuentra en el Anexo 4), lo que evidencia un avance en el intento de cerrar la brecha de saneamiento (INEI, 2021). Sin embargo, el acceso a servicio sanitario en el área rural, si bien se ha incrementado en el orden de 9.6% en los últimos 11 años, aún se encuentra muy rezagada y por debajo de lo logrado en el área urbana.

Figura 6: Evolución de la cobertura al servicio sanitario, por área de residencia (2010-2021)



Nota: Considera viviendas con servicio sanitario conectado a red pública. Incluye red pública dentro y/o fuera de la vivienda.

Fuente: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – ENDES.

Elaboración: Propia.

De lo expuesto, se evidencia que el acceso agua potable y saneamiento es un problema que afecta la salud de la población en general, pero principalmente a los menores de cinco años. Por ello es importante cuantificar el impacto del acceso a estos servicios básicos sobre la salud de las personas. Así la presente investigación plantea responder si el acceso de agua potable y saneamiento, medido a través de los proyectos culminados

¹⁸ Considera red pública dentro y/o fuera de la vivienda.

por el PNSR, reduce los casos de infecciones respiratorias agudas (variable proxy de salud) en los menores de cinco años (grupo más vulnerable). Considerando que en los últimos once años la cobertura de agua potable y saneamiento ha tenido un rápido incremento en el área rural¹⁹.

Adicionalmente, la presente investigación permitirá responder interrogantes como: i) si los distritos que reciben una mayor cantidad de proyectos culminados por el PNSR, experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, ii) si los distritos que son expuestos por periodos más prolongados a proyectos culminados por el PNSR experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, y iii) si los distritos que cuentan con proyectos culminados por el PNSR con montos de inversión per cápita más altos, experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

2. Objetivos de la investigación

En el escenario descrito donde se evidencia que la cobertura de agua potable y saneamiento en el área rural se ha ido incrementando en los últimos años, y las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años edad se dan con mayor frecuencia en el área rural, y constituyen asimismo la principal causa de muerte en menores de cinco años, se justifica realizar una investigación que tiene como objetivo principal cuantificar el impacto que el acceso a agua potable y saneamiento, medido a través de los proyectos culminados por el PNSR, tiene en los casos de infecciones de respiratorias agudas en menores de cinco años.

Asimismo, se plantea como objetivos secundarios: i) determinar si los distritos que reciben una mayor cantidad de proyectos culminados por el PNSR, experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de

¹⁹ La presente investigación solo considera los distritos donde el PNSR ha intervenido y controla por el porcentaje de ruralidad de cada distrito entre otras variables de control, a fin de capturar el efecto del programa sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en el área rural, considerando además que la cobertura de agua potable en el área urbana casi no ha tenido variación.

cinco años, ii) determinar si los distritos que son expuestos por periodos más prolongados a proyectos culminados por el PNSR experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, y iii) determinar si los distritos que cuentan con proyectos culminados por el PNSR con montos de inversión per cápita más altos, experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

Para ello, se emplea dos metodologías, la primera un modelo de panel de datos con efectos fijos, teniendo como unidad de análisis el distrito, para el periodo 2010 – 2019. La elección del periodo responde a los casos atípicos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años registrados en consulta externa en los establecimientos de salud registrados durante los años 2020 y 2021, en ese sentido se consideró no incluirlos como parte del periodo de análisis. Cabe precisar que, para la elección de un modelo de efectos fijos sobre uno de efectos aleatorios, se evaluó la prueba de Hausman (ver Anexo 5). La segunda metodología empleada corresponde a un modelo de diferencias en diferencias (DID) escalonadas²⁰ con múltiples periodos de tiempo y grupos, desarrollada por Callaway y Sant'Anna (2020), donde la unidad de análisis es el distrito y el periodo de análisis es el 2010 – 2019, de manera similar a la primera metodología planteada.

3. Estructura del documento

La presente investigación se estructura en diez secciones, que inicia con esta introducción. La segunda sección contiene las principales teorías que relaciona el acceso a agua potable y saneamiento; así como, las buenas prácticas de higiene, con los casos de infecciones respiratorias agudas. La tercera sección corresponde al marco normativo e institucional del sector de saneamiento. La cuarta sección desarrolla el ámbito de acción del PNSR. La quinta sección desarrolla la relevancia empírica. La sexta sección plantea las hipótesis. La séptima sección describe las bases de datos, variables y metodología propuesta. La octava sección muestra los principales resultados. La novena y décima

²⁰ Contempla el supuesto de la irreversibilidad del tratamiento, implicando que una vez que una unidad es tratada, permanecerá siéndolo en los siguientes periodos (Callaway y Sant'Anna, 2020).

sección contiene las principales conclusiones y recomendaciones de la investigación respectivamente.

Capítulo 2. Marco teórico

La presente investigación se sustenta en los aportes teóricos de diferentes autores como Gavidia, Pronczuk y Sly (2009) quienes han evidenciado un impacto positivo de lavado de manos, asociada a una buena práctica de higiene, con la reducción de infecciones respiratorias en los menores de edad, o como Fund y Cairncross (2006), quienes subrayaron el lavado de manos como una práctica que previene enfermedades y que comúnmente se ha relacionado con las enfermedades diarreicas agudas, descuidando su importancia para la prevención de las infecciones respiratorias agudas. Por otro lado, Bradley, Von Poppel y Heidjen (como se citó en Carrasco, 2013), clasifica a las enfermedades relacionadas con el agua, como aquellas transmitidas por el agua, enfermedades de lavado, enfermedades a base de agua y enfermedades relacionadas con vectores de agua, tal como se detalla a continuación:

Tabla 1: Enfermedades relacionadas con el agua

Clasificación	Ejemplos	Definición
Enfermedades transmitidas por el agua	Enfermedades causadas por el agua que ha sido contaminado por el ser humano, animal o desechos químicos.	Diarrea Disentería Cólera Polio La hepatitis A y E Gusano de Guinea (dracunculiasis)
Enfermedades de lavado (aseo) / escasos de agua	Enfermedades causadas por el volumen insuficiente de agua para la higiene personal (enfermedades que se desarrollan en condiciones donde el agua dulce es escasa y el saneamiento es deficiente).	El Tracoma Tuberculosis Tétanos Difteria Diarrea
Enfermedades a base de agua	Enfermedades causadas por organismos acuáticos que pasan parte de su ciclo de vida en el agua y otra parte como parásitos de animales, acceden directamente a los seres humanos por ingestión o a través de la piel.	*Gusano de Guinea (dracunculiasis) *Schistosomiasis *Ascariasis

Clasificación	Ejemplos	Definición
Enfermedades relacionadas con vectores del agua	Infecciones transmitidas por vectores que se reproducen y viven en o cerca del agua contaminada y no contaminada.	Malaria Dengue La oncocercosis Tifus La fiebre amarilla

Tomado de "Impacto del consumo de agua potable sobre la salud de los hogares del Perú", Carrasco Choque Freddy, 2013, p.41.

En la misma línea, diferentes programas implementados por el estado están orientados a condiciones de interés definidos por cada intervención. En ese sentido, en el año 2008 se implementó el Programa Articulado Nacional (PAN), con el fin de reducir la desnutrición crónica en menores de cinco de cinco años, esta condición de interés fue priorizada debido a las consecuencias futuras que tiene en el desarrollo cognitivo, inclusión en el mercado laboral y en general en la mejora de la condiciones económicas y sociales.

Para ello se implementaron tres líneas de intervención: i) la primera, reducir el bajo peso al nacer, ii) la segunda, mejorar la alimentación del niño mayor a 3 años, y iii) la tercera, reducir las infecciones respiratorias agudas y diarreicas en los menores de cinco años, toda vez que este tipo de enfermedades reduce la capacidad de absorber nutrientes (MEF, 2012). Para ello este programa priorizó el mejoramiento de los controles de crecimiento y desarrollo (CRED) y el aumento de la cantidad de las vacunas básicas e incorporación de las vacunas contra el neumococo y el rotavirus. El modelo lógico planteado muestra la relación que existe entre el acceso a agua potable y las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años (resultado intermedio).

Figura 7: Modelo lógico del Programa Articulado Nacional



Tomado de “Análisis del impacto del programa presupuestal articulado nutricional sobre la desnutrición crónica en niños menores de 5 años”, MEF,2012, p.7.

Por otro lado, el PNSR implementado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el 2012, tiene como condición de interés a las enfermedades diarreicas agudas y las parasitarias, por cuanto existe evidencia que la falta de agua potable y saneamiento contribuyen al incremento de este tipo de enfermedades infecciosas.

El modelo conceptual planteado, relaciona el acceso a agua potable y saneamiento y las condiciones de interés priorizadas: Las enfermedades diarreicas agudas y las parasitarias. Si bien, la infección de tipo respiratoria que afecta a los menores de cinco años no ha sido incorporada a la fecha como una condición de interés, la contribución del PNSR a la reducción de este tipo de infecciones serán reveladas científicamente en la presente investigación, dejando evidencia de la importancia de incorporar este tipo de infección como condición de interés, contribuyendo así a la reducción de la principal causa de muerte de menores de cinco años.

Adicionalmente, el PNSR esboza una teoría de cambio que además de relacionar las condiciones de interés con el acceso a agua potable, determina los factores que permiten generar impactos en las condiciones de interés y presenta los resultados esperados.

Figura 8: Teoría de cambio del Programa Nacional de Saneamiento Rural



Adaptado de “Formato A Contenidos del Programa Presupuestal Institucional Sectorial (PIPS) 0083”, PNSR, 2022, p.56.

A continuación, se muestra el modelo teórico que se desprende por los aportes teóricos descritos:

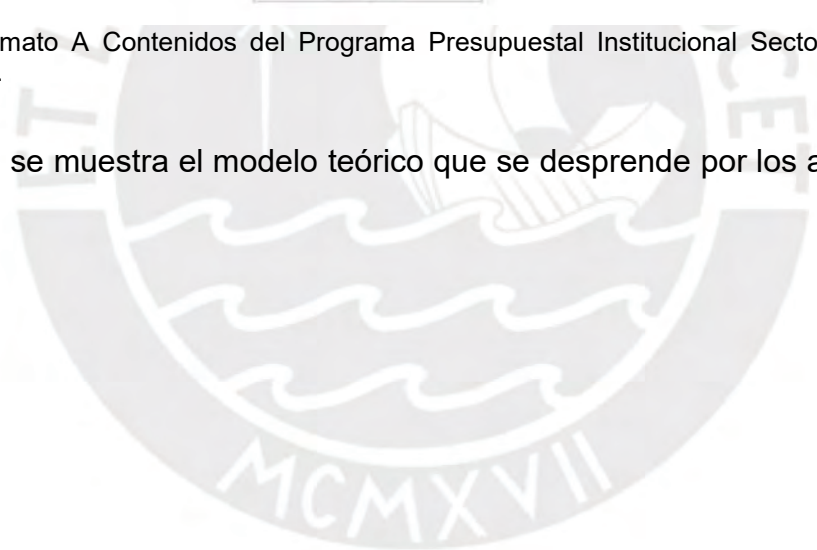
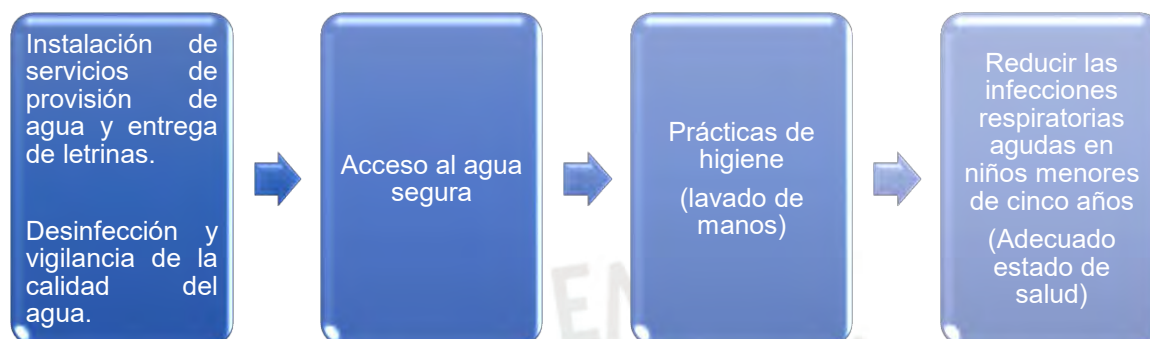


Figura 9: Modelo teórico de acceso a agua potable y saneamiento y las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.



Adaptado de “Análisis del Impacto del Programa Presupuestal Articulado Nutricional sobre la desnutrición crónica en niños menores de cinco años”, MEF, 2012, p.7.

Adaptado de “Formato A Contenidos del Programa Presupuestal Institucional Sectorial (PIPS) 0083”, PNSR, 2022, p.56.

Existe evidencia, sustentada en la literatura nacional e internacional, que sugiere la relación que existe entre el acceso a agua potable y saneamiento y la salud. Se han realizado muchos estudios de evaluación de impacto sobre las enfermedades diarreicas agudas (Carbajal, 2014), enfermedades parasitarias (Strunz et al, 2014), enfermedades metaxénicas (Nava-Aguilera et al, 2015) y enfermedades oculares (Freeman et al, 2017). Sin embargo, no se han realizado estudios que evalúen el impacto del acceso de agua potable y saneamiento sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de edad, quizás porque antes de la pandemia de la Covid-19, no se tenía muy clara la relación entre este tipo de infecciones y el agua potable y saneamiento, pero la pandemia nos enseñó que el lavado de manos frecuente es importante para evitar contagiarnos al tocar superficies contaminadas. Pero de aquí surge la pregunta, como acoger esta recomendación de los organismos internacionales y nacionales si millones de personas

no tienen acceso agua segura. De acuerdo con el PNSR²¹, 7.2 millones de peruanos no tienen acceso a agua segura, de los cuales aproximadamente el 65% corresponde a zonas rurales.

En suma, la presente investigación, se basa en los aportes teóricos que relacionan el acceso a agua potable y saneamiento y la salud, teniendo como proxy de esta variable las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

1. Infecciones respiratorias agudas

Las infecciones respiratorias agudas son un problema de salud pública, y es la causa principal de morbilidad y mortalidad, principalmente en menores de cinco años, adultos mayores de 65 años y personas con algún tipo de comorbilidad (MINSA, 2022).

La Directiva Sanitaria²² para la vigilancia epidemiológica de las infecciones respiratorias agudas en el Perú, define a este tipo de infecciones, como una infección que compromete a cualquier parte del aparato respiratorio, aparece de forma repentina y tiene una duración menor a 14 días o 2 semanas, causada por microorganismos virales, bacterianos, gérmenes u otros, que generan uno o más de los siguientes síntomas: Tos, rinorrea, obstrucción nasal, odinofagia, otalgia, disfonía, respiración ruidosa, dificultad respiratoria y/o fiebre. Las causas principales de este tipo de enfermedades son: i) *Streptococcus pneumoniae*²³, ii) *Haemophilus influenzae* de tipo b (Hib)²⁴, iii) virus sincitial respiratorio (VSR)²⁵, iv) virus A (H1N1)²⁶, v) SARS-CoV-2²⁷, entre otros. Asimismo, existen factores que promueven el incremento de estas infecciones como son el bajo peso al nacer del menor de edad, la deficiente nutrición, la contaminación del

²¹ Programa Integral de Agua y Saneamiento. (3 de noviembre de 2022). PIASAR – PNSR. <https://www.youtube.com/watch?v=ZIV1X2cu9NU&t=25s>.

²² Directiva Sanitaria N° 061-MINSA /DGE V.01.

²³ Primera causa de neumonía bacteriana en menores de edad.

²⁴ Segunda causa de neumonía bacteriana en menores de edad.

²⁵ Primera causa de neumonía viral en menores de edad.

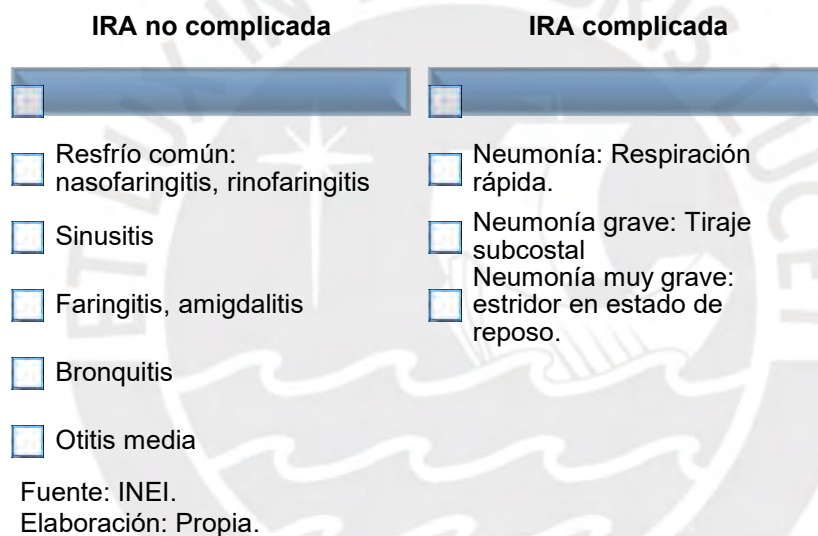
²⁶ Segunda causa de neumonía viral en menores edad.

²⁷ Virus que causa la enfermedad del coronavirus 2019, identificada por primera vez en la ciudad de Wuhan (China) en el 2019.

interior del hogar, el hacinamiento en el hogar, la escasa tasa de inmunizaciones, pobreza y la ausencia de agua potable y saneamiento.

Es importante mencionar que este tipo de infecciones tienen un comportamiento estacional, siendo más recurrente en los meses de invierno, durante los cuales suelen incrementarse los contagios y muertes a causa de virus y bacterias que afecta el aparato respiratorio. Se clasifican de acuerdo con su ubicación en el aparato respiratorio como infecciones respiratorias agudas no complicada y complicada, que van desde un resfrío común a una neumonía muy grave (INEI,2011).

Figura 10: Clasificación de las infecciones respiratorias agudas



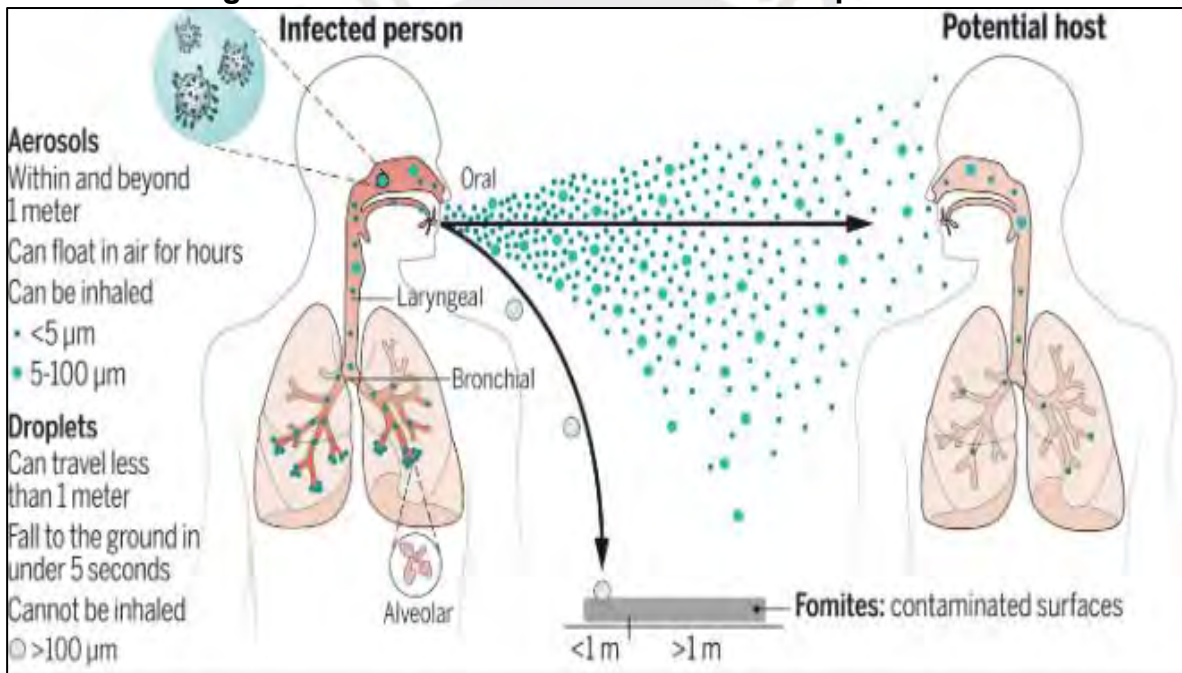
Las recomendaciones para la prevención de los diferentes organismos internacionales como la OMS se centran en la promoción de una buena higiene, mediante el lavado de manos frecuente con agua y jabón, el acceso universal a agua potable y saneamiento; adecuadas condiciones de la vivienda, reducción de la contaminación de los interiores, adecuada nutrición e incremento de la tasa de inmunizaciones.

La principal manera de trasmisión de las infecciones respiratorias agudas es a través de aerosoles respiratorios que permanecen suspendidos en el aire, y que infectan a personas que se encuentran a una distancia corta (1 o 2 metros) de la persona infectada. La trasmisión aérea es propicia principalmente en ambientes interiores poco ventilados y

cerrados. Asimismo, una vía de contagio indirecta es la transmisión por gotículas por medio de fómites; es decir, por contacto con superficies infectadas (Ong SW, et al. 2020).

En el siguiente gráfico se puede observar cómo se genera la transmisión de virus respiratorios. Los aerosoles que transportan los virus se generan de una persona infectada y por medio de movimientos respiratorios (hablar, toser, estornudar, entre otros), los virus son expulsados al ambiente, y al ser respirados por otras personas e instalados en el tracto respiratorio, se generan las infecciones. La característica que los distingue es que pueden llegar a viajar hasta 2 metros de la persona infectada y mantenerse en el ambiente durante varias horas (Wang et.al,2021).

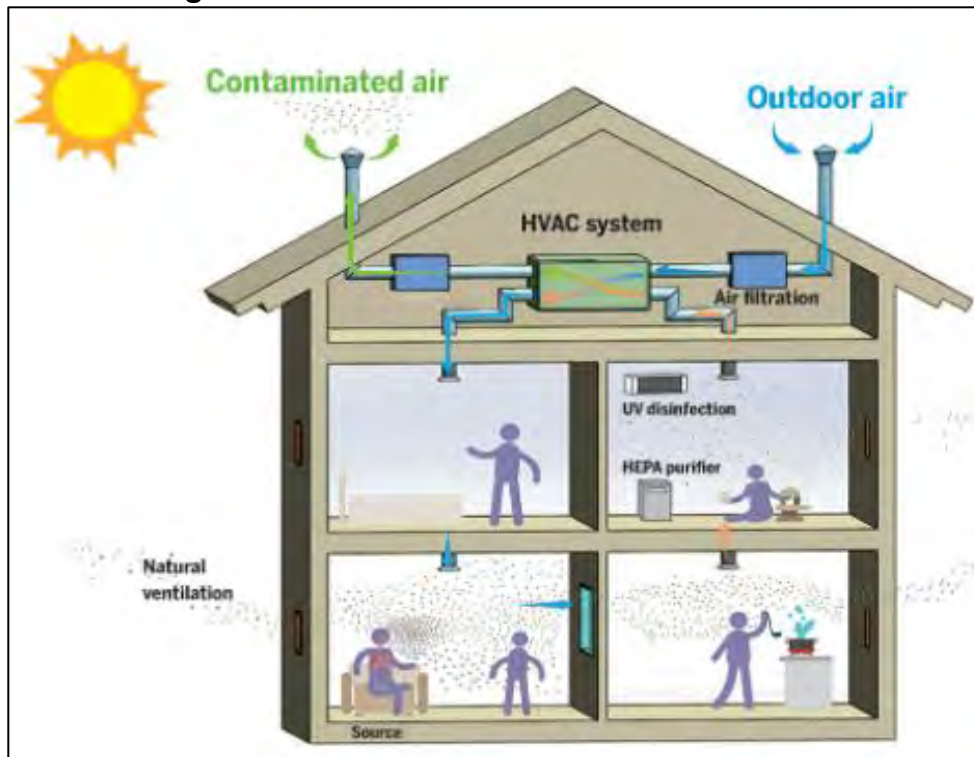
Figura 11: Trasmisión aérea de virus respiratorios



Tomado de "Airborne transmission of respiratory viruses", Wang et.al,2021, p.1.

Como se mencionó en párrafos anteriores, ambientes interiores con poca ventilación es propicio para la infección por medio de aerosoles que transportan virus, por ello es importante contar con ambientes ventilados por medio de ventanas, puertas abiertas, u otro tipo de ventilación, que permitan la mayor dispersión de los aerosoles. Los aerosoles que transportan los virus se caracterizan por que siguen la dirección del aire, mientras que las gotas se caracterizan por la gravedad (Wang et.al,2021).

Figura 12: Transmisión aérea en el interior



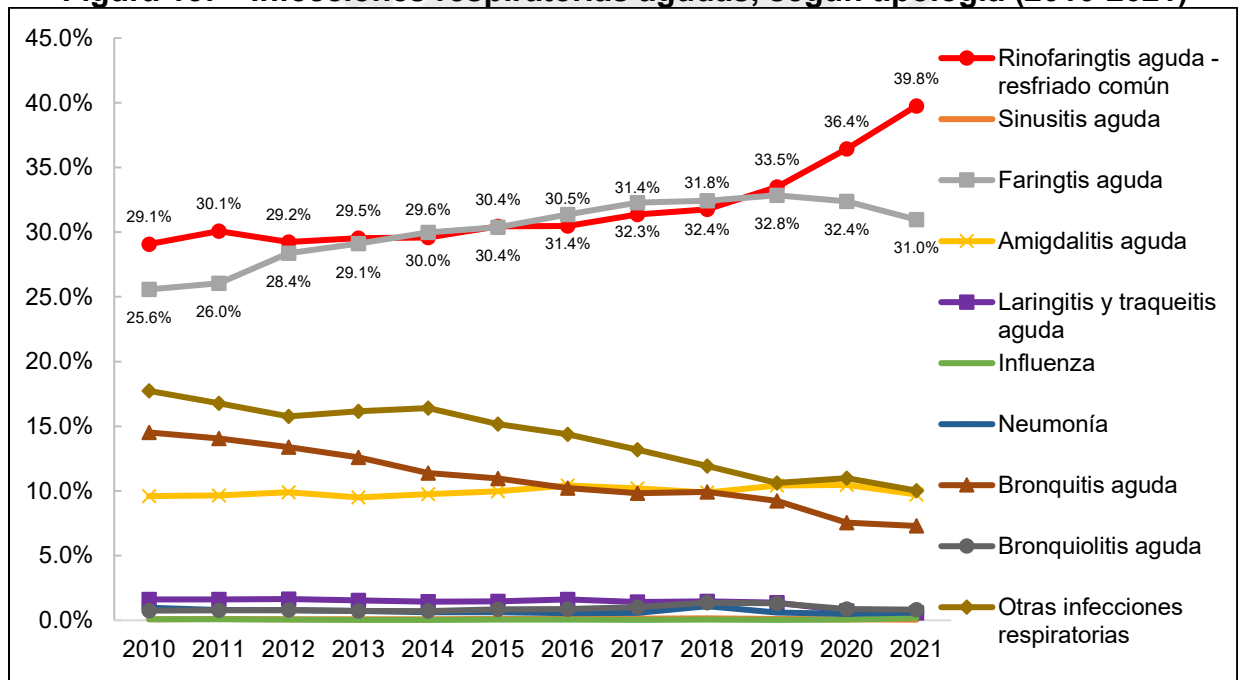
Tomado de "Airborne transmission of respiratory viruses", Wang et.al,2021, p.6.

En ese sentido el Plan de Acción Mundial, Integrado para la Prevención y el Control de la Neumonía y la Diarrea, contemplan intervenciones conjuntas en la protección, prevención y tratamiento, las cuales han demostrado su eficacia en la protección de la salud, en la prevención de las enfermedades, y en el tratamiento de menores de edad que se enferman de neumonía o diarrea (UNICEF, 2016).

De acuerdo con la base de datos de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años reportados en consulta externa en los centros de establecimiento de salud del Ministerio de Salud (MINS), durante el periodo 2010-2021, los principales tipos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, reportados en consulta externa, corresponden a la rinofaringitis aguda o conocido también como el resfriado común y la faringitis aguda con el 31.8% y 30.1%, en promedio, respectivamente, seguido de la amigdalitis aguda, bronquitis, laringitis, traqueítis, neumonía, influenza y otros tipos de infecciones respiratorias agudas.

Durante el año 2021²⁸, se registraron incrementos considerables de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, principalmente de los casos de influenza y neumonía en 300% y 69% respectivamente. Los distritos que han registrado un mayor incremento en el año 2021 son Coayllo (Lima), Jauja (Junín), Chingas (Ancash), Camaná (Arequipa), Cristo nos valga (Piura), Mejía (Arequipa), Capelo (Loreto), Acas (Ancash), Junín (Junín) y Condorama (Cusco), con incrementos que superan el 200% respecto al año 2020. En el Anexo 6, se presenta la distribución de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por distrito a nivel nacional durante el año 2021, de donde se evidencia que la selva y la costa, en menor medida, son las regiones que presenta la mayor incidencia de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

Figura 13: Infecciones respiratorias agudas, según tipología (2010-2021)

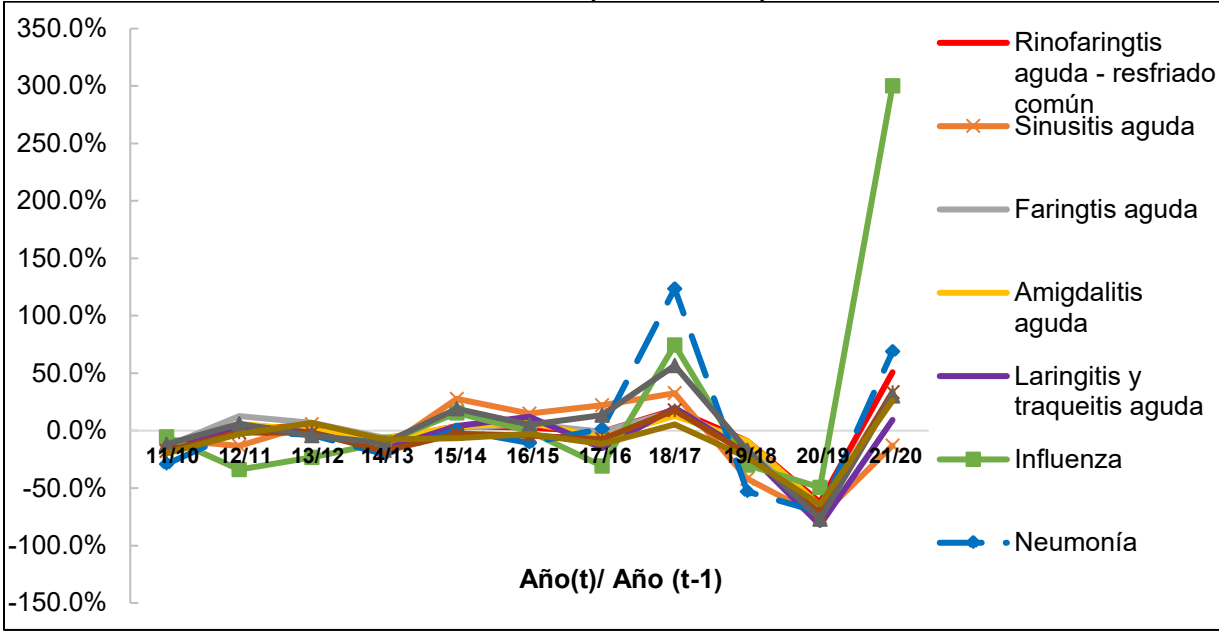


Fuente: MINSa.
Elaboración: Propia.

²⁸ De acuerdo con el MINSa (2022):

Desde la semana epidemiológica (SE) 01-2022 hasta la SE 49-2022, se han notificado 1 842 634 episodios de IRA, que equivale a una tasa de incidencia acumulada (TIA) de 6 963.8 episodios por cada 10 mil menores de 5 años; esto representa un incremento por encima del 100%, comparados al mismo período en el año 2021. (p.2008)

Figura 14: Incremento de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años (2010 -2021)



Fuente: MINSA.
Elaboración: Propia.

Por otro lado, de acuerdo con el padrón de mortalidad general en menores de cinco años remitido por el MINSA²⁹, las infecciones respiratorias agudas son la principal causa de muerte en menores de cinco años a nivel nacional, tal como la evidencia internacional sugiere. Los datos revelaron que durante el periodo 2010 – 2021, los decesos por infecciones respiratorias agudas representaron el 25.8% del total de muertes en menores de cinco años, seguido de las malformaciones (14.9%), sepsis (13.7%), trastornos relacionados con la corta duración de la gestación (8.1%), trastornos del encéfalo (2.8%), asfixia (2.5%), síndromes de aspiración neonatal (1.9%), entre otros en menor medida.

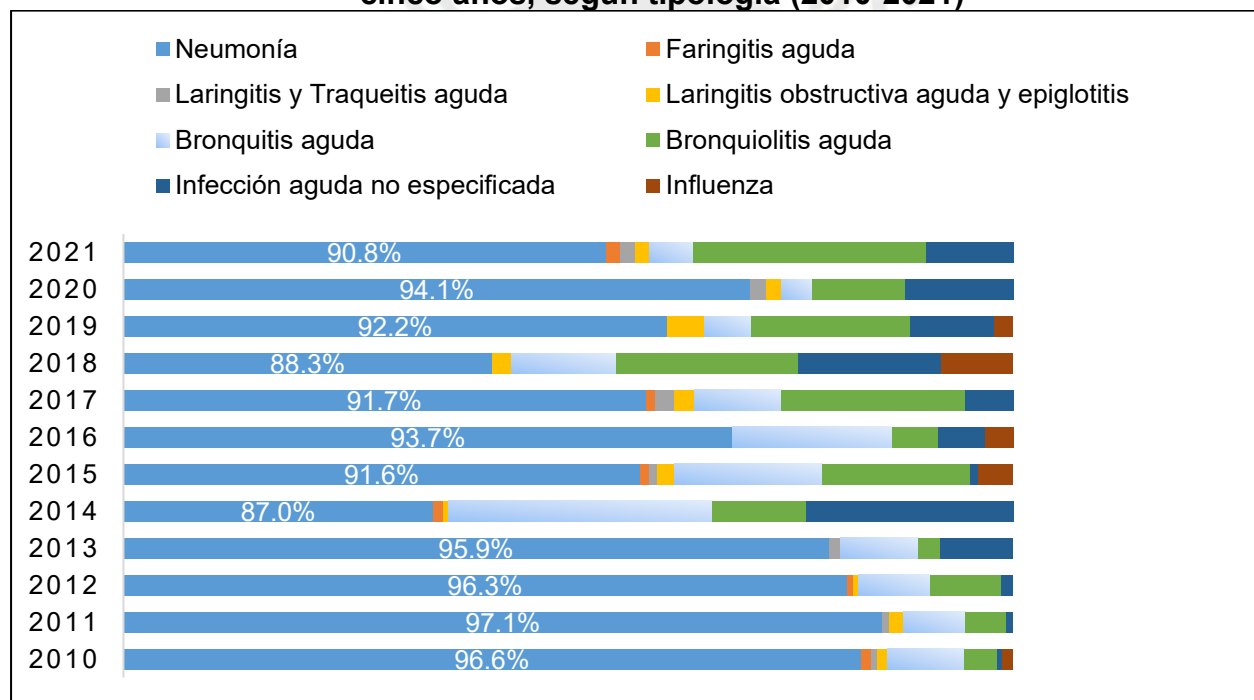
Asimismo, de acuerdo con el padrón de decesos debido a infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años proporcionado por el MINSA³⁰, la infección respiratoria aguda de tipo neumonía es la principal causa de muerte de menores de cinco años.

²⁹ La información fue solicitada a través del portal de transparencia del MINSA, mediante solicitud de acceso a la información N° 23-000593, siendo remitida a través de correo electrónico el 20 de enero de 2023, por la Oficina General de Tecnologías de la Información.

³⁰ La información fue solicitada a través del portal de transparencia del MINSA, mediante solicitud de acceso a la información N° 23- 000473, siendo remitida a través de correo electrónico el 17 de enero de 2023, por la Oficina General de Tecnologías de la Información.

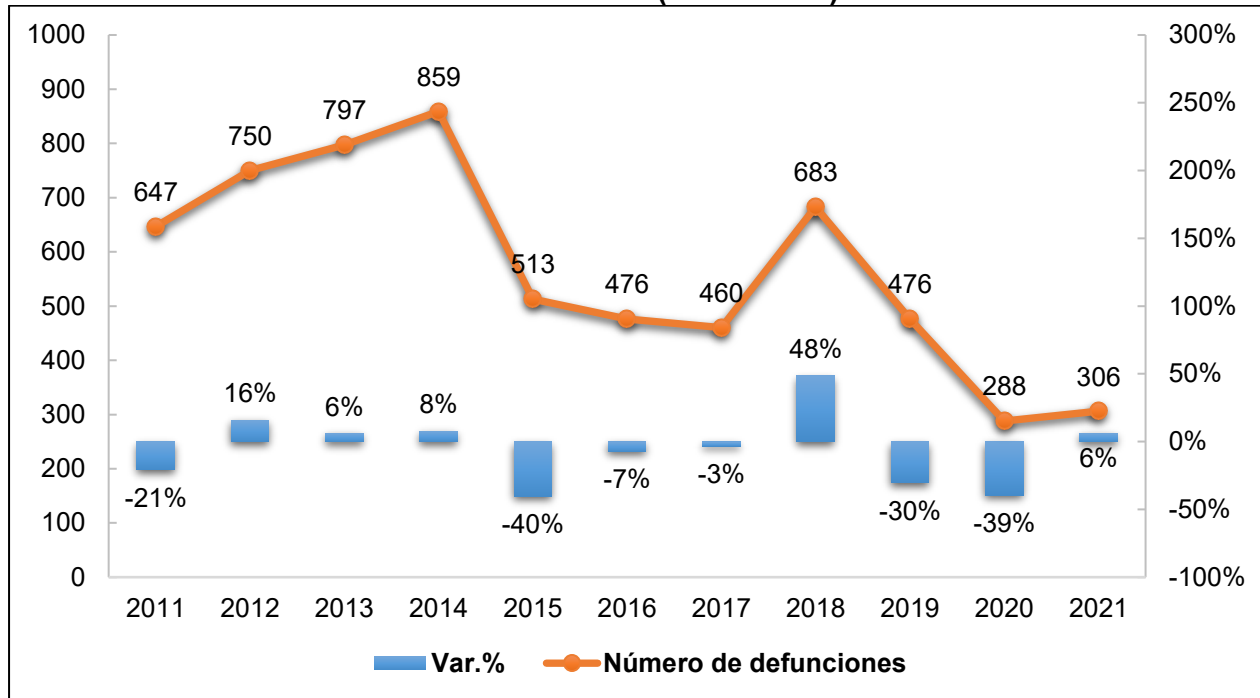
Durante el periodo de 2010 -2021, la neumonía represento el 92.9% del total de decesos por este tipo de infecciones. Cabe precisar que durante el año 2021 se han empezado a incrementar los decesos por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. Así durante este año se han reportado 306 decesos por este tipo de infecciones, representando un 6% de incremento en comparación al año 2020. En el Anexo 7 se presenta las defunciones por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por distritos a nivel nacional durante el periodo 2010-2021, de donde se evidencia que la selva es la región que presenta el mayor número de casos de defunciones por infección respiratoria aguda en menores de cinco años.

Figura 15: Defunciones por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, según tipología (2010-2021)



Fuente: MINSA.
Elaboración: Propia.

Figura 16: Defunciones por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años (2010 -2021)



Fuente: MINSA.
Elaboración: Propia.

Capítulo 3. Marco normativo e institucional

La estructura institucional del sector saneamiento está formada principalmente por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)³¹, en su calidad de ente rector; la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en su calidad de organismo regulador; el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), en su calidad de promotor de la adecuada gestión y administración de la prestación de los servicios de saneamiento; los Gobiernos Locales, los Gobiernos Regionales y los prestadores de servicios de saneamiento en el ámbito urbano y rural.

³¹ El MVCS cuenta con 8 objetivos estratégicos institucionales, los cuales se encuentran alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, siendo uno de ellos el OEI.02: “Incrementar el acceso a los servicios de saneamiento, sostenibles y de calidad, de la población del ámbito rural” (MVCS, 2020).

Tabla 2: Infraestructura institucional del sector de saneamiento

Funciones	Ámbito Urbano	Ámbito Rural
Rectoría	MVCS Formulación, coordinación, ejecución, supervisión y evaluación de la política nacional y sectorial. (VMCS ³² , DGPRCS ³³ , DGPPCS ³⁴ , DGAA ³⁵)	
Regulación, supervisión y fiscalización	SUNASS Funciones normativa, reguladora, supervisora, fiscalizadora y sancionadora y de solución de controversias y reclamos.	
Fiscalización	MINSA (DIGESA³⁶): Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. MVCS (DGAA): Fiscalización del cumplimiento de obligaciones ambientales. MIDAGRI³⁷ (ANA³⁸): Estándares de Calidad Ambiental para Agua. OTASS:	
Promoción de la adecuada Gestión y Administración	Integración, conducción del Régimen de Apoyo Transitorio y asistencia técnica de las EPS.	PNSR/DRVCS³⁹/ATM⁴⁰ Fortalecimiento, asistencia técnica y monitoreo a los prestadores.
Prestación de los Servicios	Responsabilidad: Municipalidades Provinciales Prestadores: EPS Públicas, Privadas y Mixtas. Municipalidades a través de UGM ⁴¹ (prestación directa), u operadores especializados (prestación indirecta)	Responsabilidad: Municipalidades Distritales Prestadores: Organizaciones comunales (JASS y otras). Municipalidades, a través de UGM.
	EPS Gobiernos Locales PNSU PASLC ⁴² (Lima y Callao) Empresas Privadas (APP, OXI, Título IX de la ley Marco, acuerdos G2G)	Gobierno Locales Gobierno Regionales PNSR
Formulación y Ejecución de Inversiones		
Otros actores relevantes	Otros sectores relacionados con el sector de saneamiento Cooperación Internacional, Academia y sociedad civil	

Tomado de "Plan Nacional de Saneamiento 2022 -2026", MVCS, 2021, p.8.

De acuerdo con la Ley Marco de la prestación de los servicios de saneamiento (Decreto Legislativo 1280)⁴³ y su respectivo reglamento⁴⁴, la prestación de los servicios de agua

³² Viceministerio de Construcción y Saneamiento.

³³ Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento.

³⁴ Dirección General de Programas y Proyectos en Construcción y Saneamiento.

³⁵ Dirección General de Asuntos Ambientales.

³⁶ Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.

³⁷ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

³⁸ Autoridad Nacional del Agua.

³⁹ Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

⁴⁰ Área Técnica Municipal.

⁴¹ Unidad de Gestión Municipal.

⁴² Programa Agua Segura para Lima y Callao.

⁴³ Publicado el 29 de diciembre de 2016 y sus modificatorias.

⁴⁴ Publicado el 26 de junio de 2017 y sus modificatorias.

potable y saneamiento en el ámbito rural está a cargo de las municipalidades distritales o en su defecto en la municipalidad provincial, en caso la municipalidad distrital no se encuentre en capacidad de asumir la responsabilidad.

En el ámbito rural la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento son prestados principalmente por las unidades de gestión municipal (UGM) y las organizaciones comunales (OC). Respecto a las UGM, constituyen el órgano a través del cual las municipalidades provinciales o distritales prestan el servicio de agua potable y saneamiento de manera directa. Mientras que a través de las OC lo hacen de manera indirecta, estas se encargan de administrar, operar y mantener los servicios de agua potable y saneamiento en el ámbito rural. Cabe precisar que estas últimas deben ser reconocidas por la municipalidad de su jurisdicción.

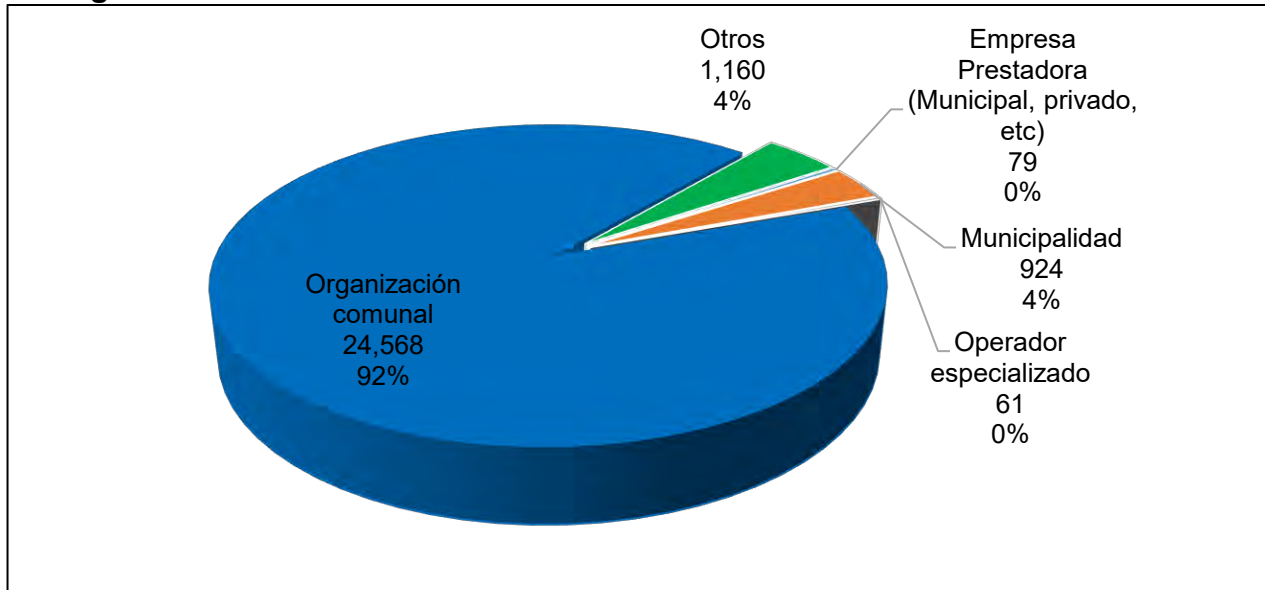
De acuerdo con la información proporcionada por el MVCS, a través de su aplicativo DATASS⁴⁵, a diciembre de 2022 existen 26,792 prestadores de servicios en el ámbito rural, de los cuales el 92% corresponde a las OC, el 4% a las municipalidades y el 4% al resto de los prestadores⁴⁶. De las organizaciones comunales, el 88% lo conforman las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), el 6.5% los comités de agua y el 5.5% los otros tipos de organizaciones⁴⁷.

⁴⁵ Contiene información nacional sobre los servicios de agua potable y saneamiento en el ámbito rural.

⁴⁶ Operador especializado, empresa prestadora y otros.

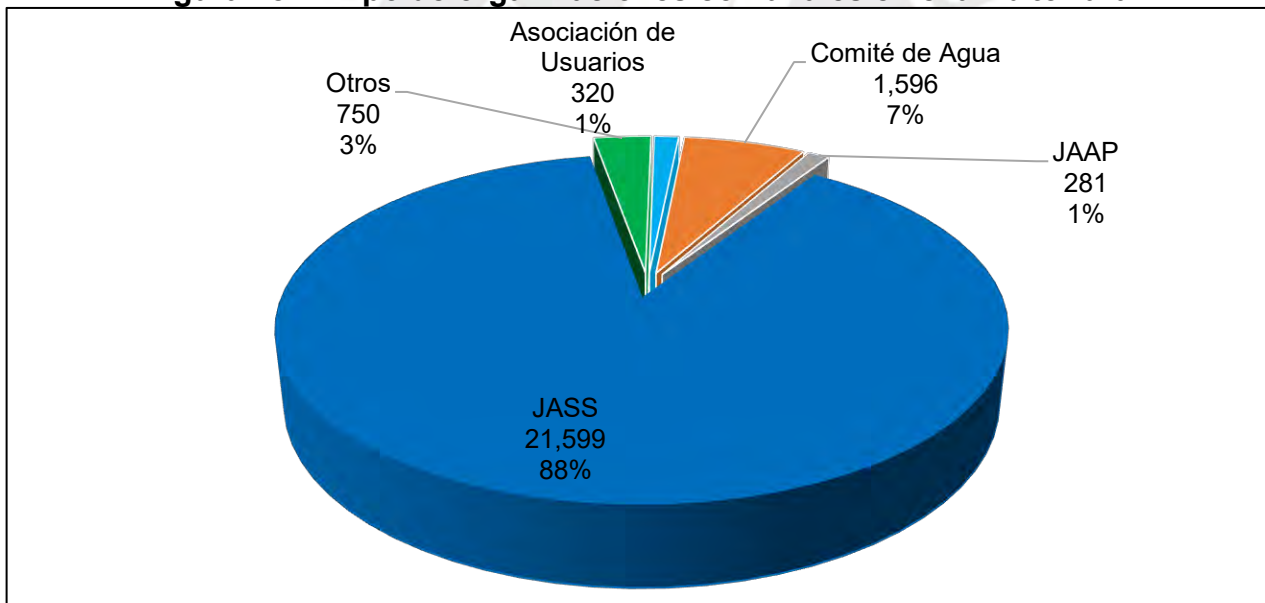
⁴⁷ Junta Administradora de agua potable (JAAP) y otros.

Figura 17: Administradores de servicios de saneamiento en el ámbito rural



Fuente: DATASS, diciembre 2022.
Elaboración: Propia.

Figura 18: Tipo de organizaciones comunales en el ámbito rural



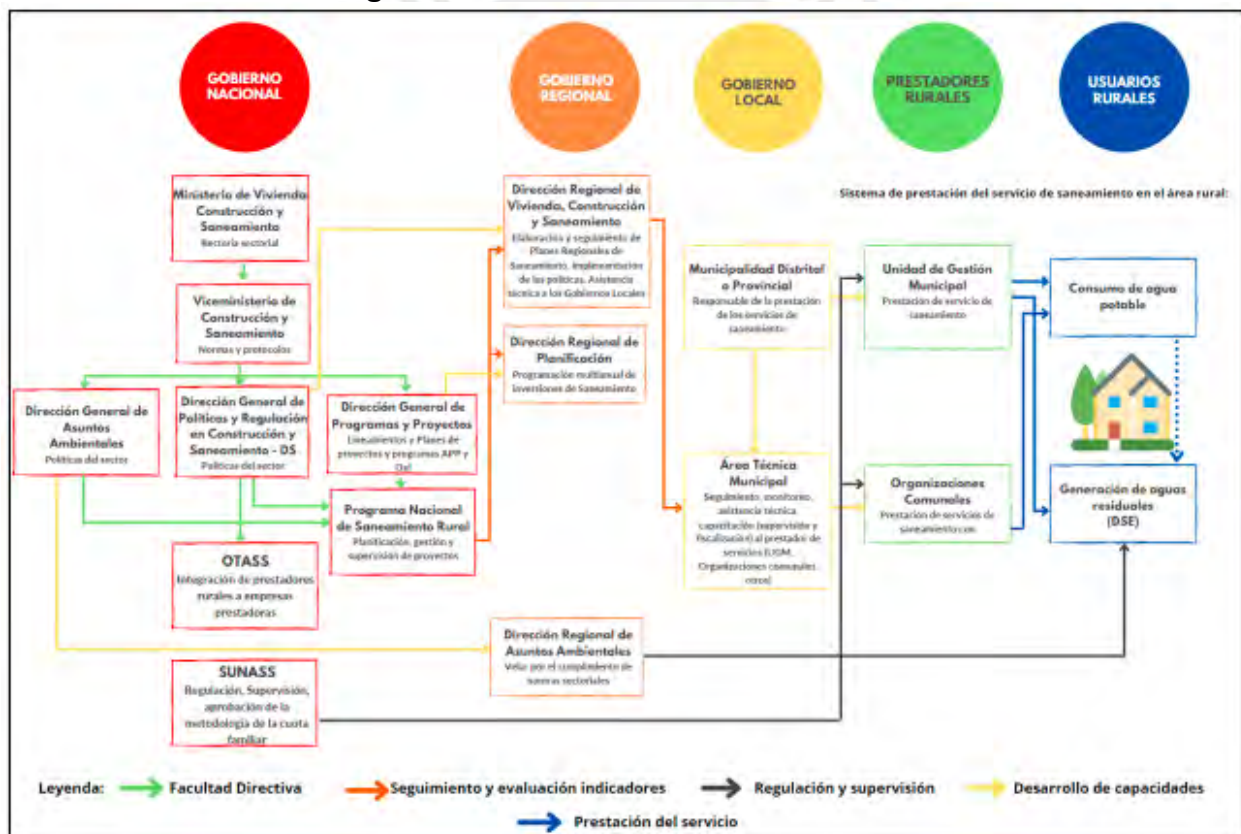
Fuente: DATASS, diciembre 2022.
Elaboración: Propia.

Por otro lado, la SUNASS, se encarga de la regulación en el ámbito rural a fin de garantizar que los servicios de agua potable y saneamiento se presten de manera eficiente y sostenible. Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 028-2018-SUNASS-

CD⁴⁸ se aprobó la metodología para fijar el valor de la cuota familiar, la que permitirá que las organizaciones comunales presten los servicios de agua potable y saneamiento de manera eficiente, sostenible y de calidad. Durante el año 2022, la SUNASS realizó 47 y 29 asistencias técnicas a las OC y Áreas Técnicas Municipales (ATM) de Lima y provincias respectivamente sobre la metodología de cálculo de la cuota familiar. Asimismo, 7 OC lograron aprobar la cuota familiar aplicando la metodología aprobada por el ente regulador.

A continuación, se muestra la participación y la relación entre los tres niveles de gobierno en la prestación de los servicios de saneamiento en el ámbito rural:

Figura 19: Actores en el ámbito rural



Tomado de "Plan Nacional de Saneamiento 2022 -2026", MVCS, 2021, p.28.

⁴⁸ Publicada el 14 de julio de 2018.

Capítulo 4. Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR)

El Programa Nacional de Saneamiento Rural, fue creado mediante Decreto Supremo 002-2012-VIVIENDA (en adelante, El Decreto), publicado en el diario oficial El Peruano el 07 de enero de 2012, el cual tiene como objetivo mejorar la calidad, ampliar la cobertura de agua potable y saneamiento; así como, promover el uso sostenible de la infraestructura, a fin de mejorar la salud de las poblaciones rurales concentradas y dispersas. Su ámbito de intervención son los centros poblados rurales, que son priorizados por el PNSR, en base a criterios de focalización, priorización y elegibilidad.

De acuerdo a El Decreto y el Manual de Operaciones del PNSR y sus modificatorias⁴⁹, sus líneas de intervención se enmarcan en los siguientes ejes: i) ampliación, construcción y rehabilitación de la infraestructura de agua potable y saneamiento, ii) implementación de soluciones tecnológicas no convencionales, iii) establecimiento de sistemas de disposición de excretas, iv) fortalecimiento de capacidades de los gobiernos municipales y/o regionales y organizaciones comunales para la adecuada operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento; así como, en el desarrollo de capacidades para la formulación de proyectos de inversión en la ámbito rural, y vi) educación sanitaria.

Es importante mencionar que las solicitudes de financiamiento de proyectos de agua potable y saneamiento en el ámbito rural deben cumplir los requisitos de admisibilidad y criterios de asignación de puntajes. En el primer caso, para que una solicitud sea admitida a trámite el centro poblado no puede ser beneficiario de proyectos de agua potable y saneamiento por el PNSR en los dos últimos años. Asimismo, la Resolución Ministerial N° 155-2017-Vivienda⁵⁰, de fecha 05 de mayo de 2017, establece algunos requisitos adicionales, como por ejemplo, que el expediente técnico debe incluir un componente de educación sanitaria y capacitación a la organización comunal, que el centro poblado beneficiario debe contar con una organización comunal (OC), que el gobierno local debe

⁴⁹ Resolución Ministerial N° 235-2017-VIVIENDA, publicada en el diario oficial El Peruano el 20 de junio de 2017.

⁵⁰ Modificada por Resolución Ministerial N° 380-2017-Vivienda, publicada en el diario oficial El Peruano el 7 de octubre de 2017.

contar con un Área Técnica Municipal (ATM), que el gobierno regional o local no debe contar con obras paralizadas por más de seis meses u obras que no hayan sido convocadas en los primeros seis meses u obras que se encuentren concluidas pero no liquidadas.

Para la asignación de puntajes, una vez haya sido admitido a trámite la solicitud, se evalúan cuatro criterios: i) criterio de inclusión social, ii) criterio de asignación eficiente, iii) capacidad de presupuestal, y iv) universalidad. El criterio de inclusión social toma en consideración a los centros poblados más pobres y con mayor población, mientras que el criterio de asignación eficiente considera aquellas inversiones que contribuyen a la optimización del sistema de agua potable y saneamiento existente y al aumento de cobertura de agua potable y saneamiento. Por otro lado, el criterio de universalidad hace referencia a la priorización de los centros poblados que no han sido beneficiarios del PNSR, mientras que el criterio de capacidad presupuestal se refiere a la priorización de los distritos con menor presupuesto per cápita para invertir. Por otro lado, una vez la solicitud haya sido aprobada, para la ejecución de los proyectos se emplean las modalidades de contrata, núcleo ejecutor, y transferencias.

Es importante mencionar que el Programa Presupuestal Institucional (PPI) Sectorial del PNSR, forma parte del Programa Presupuestal Orientado a Resultado⁵¹ del Desarrollo Infantil Temprano (DIT), siendo las condiciones de interés las enfermedades diarreicas agudas (EDAS) y parasitarias, debido a la abundante literatura que relaciona este tipo de enfermedades a la ausencia de agua potable y saneamiento; así como, al volumen de casos de estos tipos de afecciones. Sin embargo, el agua y saneamiento también está relacionado con otras enfermedades como las infecciones respiratorias agudas, las metaxénicas y oculares, incluso con la infección por *helicobacter pylori* causante del cáncer al estómago e infecciones dérmicas (PNSR,2022). Por otro lado, el carácter multidimensional del agua y saneamiento genera impactos no solo en el sector de

⁵¹ Decreto Legislativo N° 1440, de fecha 16 de setiembre de 2018, establece los programas presupuestales orientados a resultados, donde se prioriza las condiciones de interés a nivel nacional, sobre la base de estas condiciones de interés se formula los Programas Presupuestales Institucionales sectoriales (Mendoza y Pachao, 2021).

saneamiento y salud, sus efectos se expanden a otros sectores afectando a la matrícula y asistencia escolar (Nauges & Strand, 2017), a la equidad de género (BID, 2013), a la violencia contra la mujer (Jadhav y otros, 2016) y a la contaminación de agua y suelo (Graham y Polizzotto ,2013), entre otros.

De acuerdo con el PNSR⁵², al 31 de agosto de 2022, se han culminado un total de 3,727 proyectos de agua potable y saneamiento que comprende desde la ampliación, rehabilitación, reparación, renovación y mejoramiento hasta la construcción de sistemas de agua potable y saneamiento, con un monto de inversión acumulado que asciende a S/ 12,093 millones, beneficiando a un total de 1,134 distritos⁵³, de los cuales en solo 146 distritos el PNSR ejecutó y culminó de manera directa⁵⁴ los proyectos de agua potable y saneamiento; mientras que; en 988 distritos los proyectos de agua potable y saneamiento culminados se ejecutaron mediante transferencias⁵⁵ a los gobiernos regionales o locales. Del total de proyectos de agua potable y saneamiento rural, 468 fueron ejecutados bajo la modalidad de núcleo ejecutor, 556 por contrata y 2,703 por transferencia de partidas.

Seleman y Bath (como se citó en Mendoza y Arteaga, 2021) sostienen que no es suficiente ampliar la infraestructura de agua potable y saneamiento, sino que además es necesario complementarla con educación sanitaria, capacitación a los operadores de la infraestructura e incentivos económicos. De acuerdo con Mendoza y Arteaga (2021), los proyectos de agua potable y saneamiento que son ejecutados de manera directa por el PNSR tienen un mayor impacto en el bienestar de la población que vive en los distritos beneficiarios, en la medida en que estas intervenciones tienen un componente social; sin embargo, a la fecha, el PNSR solo ha intervenido de manera directa en 146 distritos.

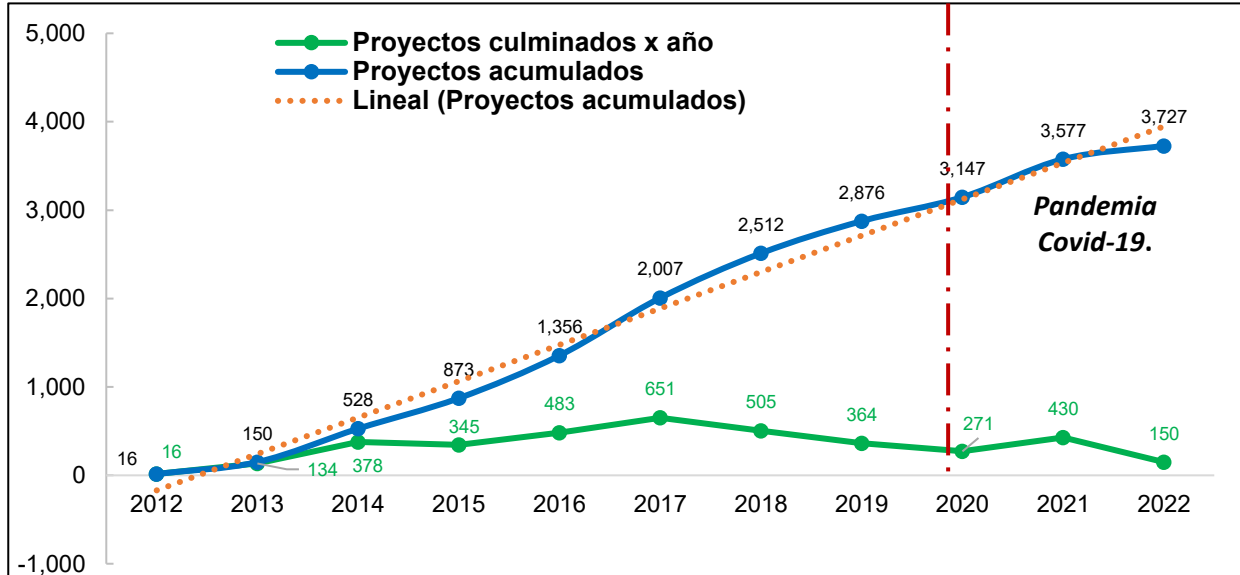
⁵² Información remitida vía correo electrónico el 16 de setiembre de 2022, en atención a la solicitud AIP HT 110059-2022, ingresada vía portal de transparencia.

⁵³ De acuerdo con el Decreto Supremo N° 090-2011-PCM, publicado el 03 de diciembre de 2011, se aprobó el listado de municipalidades rurales del Perú, las cuales según el Informe Final de la Comisión Multisectorial ascienden a 1,303. De este modo, existen alrededor de 169 distritos rurales que no han sido intervenidos por el PNSR de manera directa o indirecta.

⁵⁴ Los proyectos que son ejecutados directamente por el PNSR tienen un componente social, esto es incluye educación sanitaria y sensibilización a los beneficiarios del programa; así como, el fortalecimiento de capacidades a los gobiernos subnacionales, áreas técnicas municipales y organizaciones comunales (Mendoza y Arteaga, 2021).

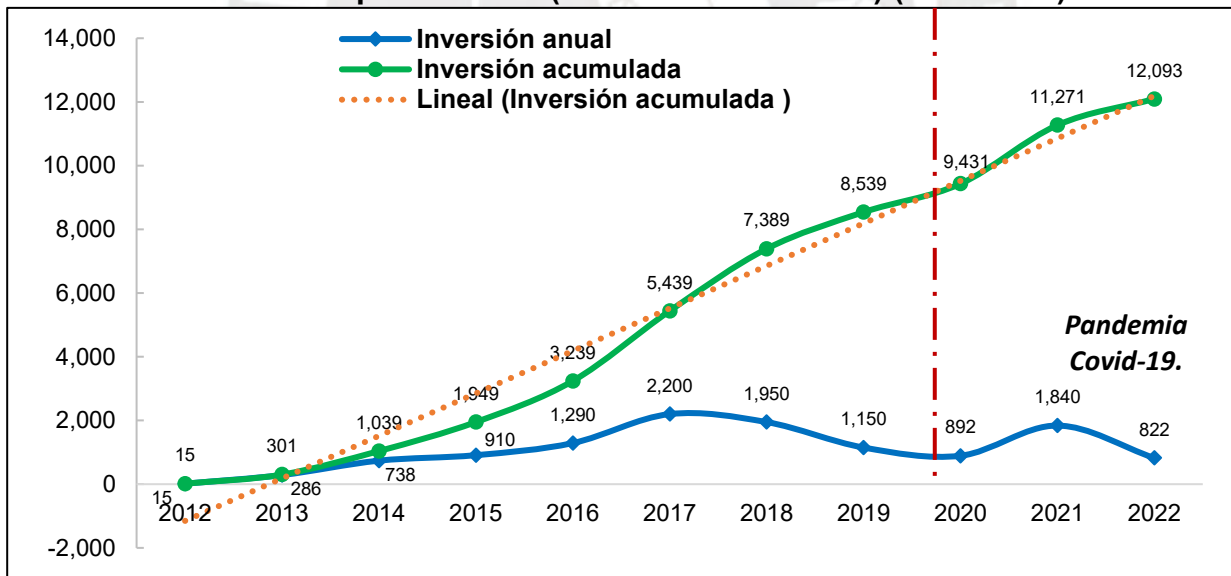
⁵⁵ Las transferencias a los gobiernos subnacionales para el financiamiento de proyectos de agua potable y saneamiento contemplan los estudios previos y ejecución (Mendoza y Arteaga, 2021).

Figura 20: Evolución anual y acumulada de los proyectos culminados por el PNSR (2012-2021)



Nota: La información correspondiente al año 2022, considera la información disponible al mes de agosto.
Fuente: PNSR.
Elaboración: Propia.

Figura 21: Evolución anual y acumulada de la inversión de los proyectos culminados por el PNSR (en millones de soles) (2012-2021)

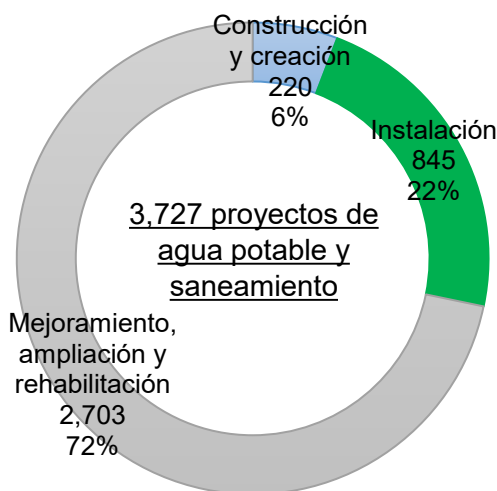


Nota: La información correspondiente al año 2022, considera la información disponible al mes de agosto.
Fuente: PNSR.
Elaboración: Propia.

Desde su creación del PNSR, su principal línea de intervención ha sido el mejoramiento, ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable y alcantarillado, pues del total de proyectos de agua y saneamiento culminados 2,703 (73%) fueron ejecutados en esta

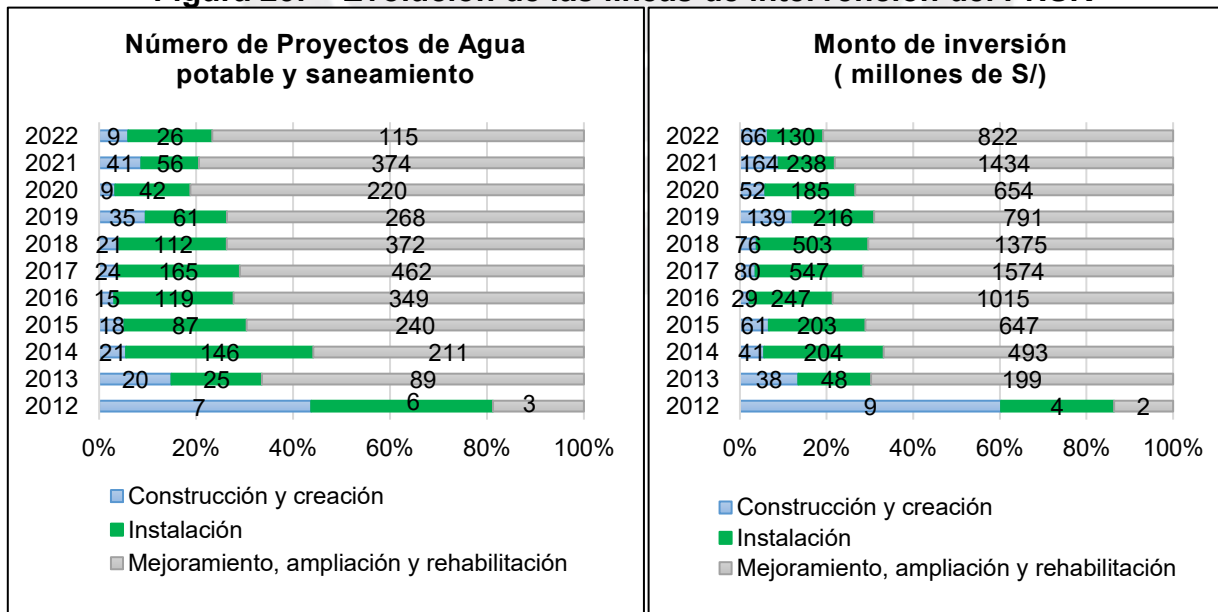
línea; mientras que, 845 (23%) proyectos de agua potable y saneamiento fueron destinados a la instalación de servicios de agua potable, disposición sanitaria de excretas e instalación de letrinas, Por último, solo 220 (6%) proyectos de agua potable y saneamiento corresponden a la construcción y creación de sistemas de agua potable y saneamiento.

Figura 22: Líneas de intervención del PNSR



Nota: La información correspondiente al año 2022, considera la información disponible al mes de agosto.
Fuente: PNSR.
Elaboración: Propia.

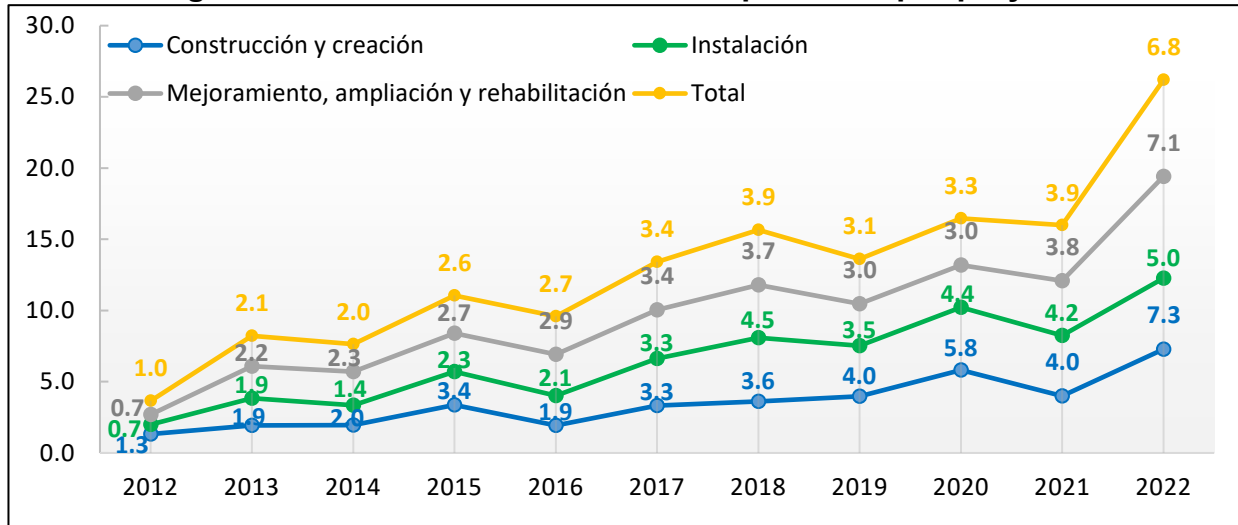
Figura 23: Evolución de las líneas de intervención del PNSR



Nota: La información correspondiente al año 2022, considera la información disponible al mes de agosto.
Fuente: PNSR.
Elaboración: Propia.

En la siguiente figura se muestra la evolución de la inversión promedio por proyecto por año, de donde se evidencia que durante los años 2014, 2016 y 2019 los montos de inversión por proyecto registraron una desaceleración en su ritmo de crecimiento, en comparación con los demás años.

Figura 24: Evolución de la inversión promedio por proyecto



Nota: La información correspondiente al año 2022, considera la información disponible al mes de agosto.

Fuente: PNSR.

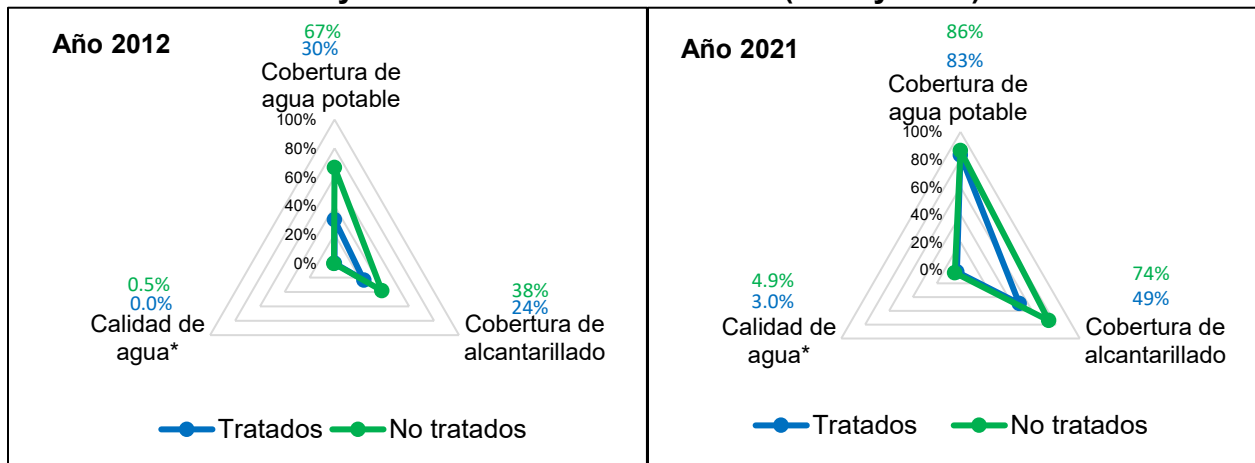
Elaboración: Propia.

Por otro lado, es relevante mencionar que, al mes de agosto de 2022, se tiene 85 proyectos paralizados a causa de deficiencia administrativa, deficiencia en los estudios técnicos, incumplimiento contractual y/o conflictos sociales. Asimismo, se cuenta con 209 proyectos de agua potable y saneamiento en etapa de ejecución, 68 proyectos de agua potable y saneamiento en elaboración y formulación, y 31 proyectos de agua potable y saneamiento en convocatoria, selección y en actos previos de iniciación.

Actualmente, el PNSR ha intervenido en gran parte de los distritos a nivel nacional en diferente escala, siendo la región de Puno la que cuenta con una mayor intervención; mientras que, las regiones de Madre de Dios, Ucayali y Loreto son las que registran un menor nivel de intervención. Lo detallado anteriormente se encuentra esquematizado mediante mapas que son desarrollados en los Anexos 8 y 9.

En los siguientes gráficos se muestra la comparación entre los indicadores de cobertura de agua potable, cobertura de alcantarillado y calidad del agua potable entre los distritos tratados y no tratados por el PNSR en los años 2012 y 2021. De donde se evidencia que la intervención del programa ha mejorado los indicadores en los distritos tratados, tal y como se evidencia a continuación:

Figura 25: Comparación de indicadores de cobertura y calidad de agua potable y cobertura de alcantarillado (2012 y 2021)



Nota: Nivel de cloro residual del agua mayor o igual a 0.5 mg/Lt.

Fuente: INEI

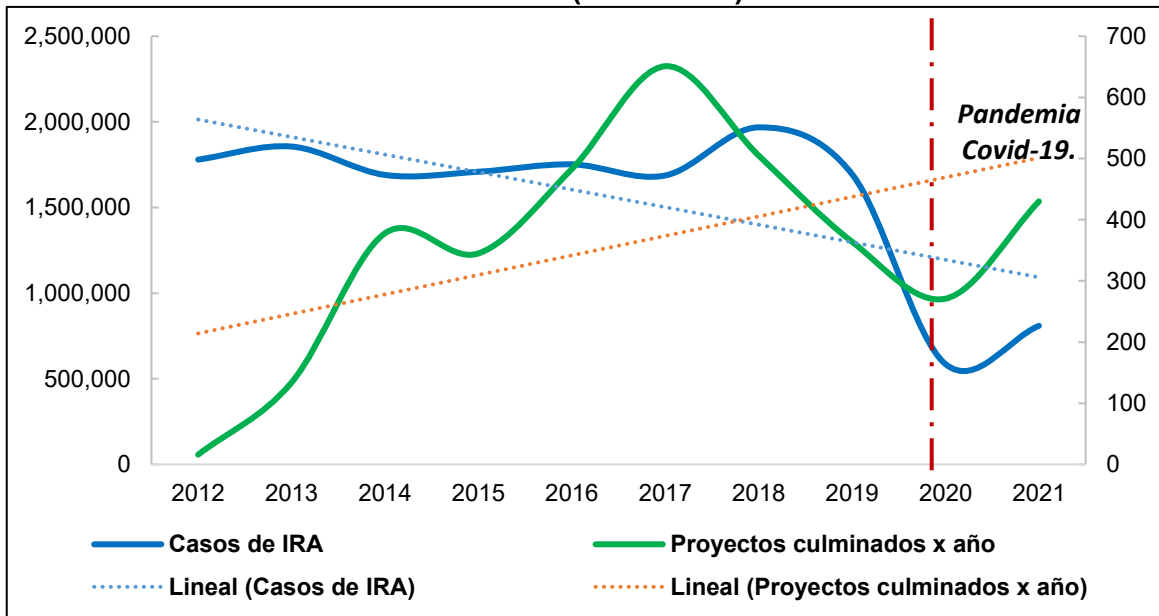
Elaboración: Propia

Finalmente, el presente estudio evalúa el impacto de los intervenciones del PNSR sobre una condición de interés nacional no priorizada a la fecha, como lo son los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, por lo que los resultados serán importantes para la decisión de incorporar o no este tipo de infecciones como condición de interés toda vez que de la revisión de la literatura nacional e internacional desarrollada en el apartado siguiente, se ha evidenciado una relación entre el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, y la reducción de la infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, sin lugar a dudas la población más vulnerable, junto con los mayores de 50 años.

En ese sentido, en el siguiente gráfico se puede observar la evolución temporal de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años y los proyectos culminados por el PNSR, donde se evidencia una relación negativa entre el PNSR y las infecciones respiratorias agudas (ver Anexo 10), sin embargo, esto no es suficiente para establecer

una relación de causalidad, pues la reducción en los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años se puede deber a otros factores, como la tasa de vacunación o la implementación de otros programas, por ello para estimar el impacto real, es importante aislar el efecto de estas variables a fin de disminuir el sesgo de selección.

Figura 26: Infecciones respiratorias agudas y proyectos culminados por el PNSR (2012-2021)



Fuente: PNSR y MINSA.
Elaboración: Propia.

Adicionalmente, complementando el análisis anterior, en el Anexo 11 y 12 de la presente investigación, se presenta el marco teórico y los resultados de la prueba de no causalidad de Granger para datos de panel, desarrollado por Juodis, A., Karavias, Y., y Sarafidis, V. (2021)⁵⁶, los resultados encontrados sugieren que la hipótesis nula que el acceso agua potable y saneamiento, medido en función a los proyectos culminados por el PNSR, no

⁵⁶ Juodis, A. (2021), muestran que su método (no causalidad a lo Granger en datos de panel homogéneos y heterogéneos) para analizar no causalidad a lo Granger es superior al de Dumitrescu y Hurlin (2021); en términos de poder. La principal limitación del método planteado por estos dos últimos autores (causalidad en datos de panel heterogéneos), radica en que la prueba estadística “t” es válida solo cuando T (número de observaciones de series de tiempo en el panel) es menor que N (número de unidades de sección transversal en el panel), y si esto no ocurre su método sufre serias distorsiones. Así el método de Juodis, A. (2021), resulta muy bien en escenarios con muchas unidades de sección transversal, observaciones de series de tiempo moderada, parámetros heterogéneos y persistencia.

causan a lo Granger⁵⁷ a las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años es rechazada al 5% de nivel de significancia. Por lo tanto, el acceso a agua potable y saneamiento contiene información que ayuda a predecir las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años edad.

Capítulo 5. Relevancia empírica

La literatura centrada en evaluación de impacto del acceso a agua potable y saneamiento en las infecciones respiratorias agudas es relativamente escasa, sin embargo, de la revisión de la literatura nacional e internacional, se ha encontrado evidencia de la relación que tiene la provisión de agua potable y saneamiento, así como la adecuada higiene sobre este tipo de infecciones. A continuación, se precisará las principales conclusiones de los documentos de trabajo revisados.

1. Literatura internacional

Gavidia et.al. (2009), analizan la relación entre la mala calidad del aire, la falta de higiene, condiciones habitacionales inadecuadas, y conductas no saludables sobre las infecciones respiratorias y problemas de desarrollo en los niños. Centrando su análisis en la condición de vulnerabilidad de los niños, al tener estos hasta cuatro formas de quedar expuesto a agentes contaminantes: la inhalatoria, transplacentaria, dérmica y la ingesta no nutricional. Sostienen, además, que los niños presentan un estado anabólico activo, por lo que respiran más aire, toman más agua e ingieren más comida por unidad corporal que los adultos. Asimismo, resalta un comportamiento particular de los niños, tienden a llevarse las manos a la boca frecuentemente, por lo que se vuelven vulnerables a los contaminantes que se encuentran en las superficies contaminadas, llevando los contaminantes a través de sus manos a la boca.

Por otro lado, Hennessy et.al. (2008), evalúan el efecto del agua entubada en las enfermedades respiratorias, gastrointestinales y de la piel en las zonas rurales de Alaska.

⁵⁷ De acuerdo con Granger (1969), una variable “x” causa a lo Granger a una variable “y”, si la variable “y” puede ser mejor predicha empleando los valores pasados de la variable “x” y la variable “y”, que solo emplear los valores pasados de la variable “y”.

Los autores encontraron que las regiones que tienen limitado acceso a agua entubada registran tasas altas de hospitalización por neumomía e influenza (+2.5%), virus respiratorio sincitial (+3.4%) e infecciones en la piel (+1.9%) en comparación con regiones con mayor acceso a agua entubada. Los autores concluyen, que las altas tasas en las enfermedades mencionadas ante la ausencia de agua entubada en las zonas rurales de Alaska deben abordarse con la mejora de la infraestructura de saneamiento.

Luby et al (2005), evalúan el efecto de lavarse las manos y de bañarse con jabón, y de la promoción de prácticas adecuadas de higiene en las enfermedades diarreicas agudas, impétigo (infección de la piel común en los países de bajos ingresos y con alta presencia de humedad) y las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, en Karachi – Pakistán. Para ello, los autores diseñan un experimento aleatorio controlado, donde se asignan 25 vecindarios como tratados (600 hogares) y 11 vecindarios como no tratados (300), encontrando que en los distritos tratados los casos de neumonía se redujeron en 50% en comparación de los distritos no tratados, no encontrando diferencias significativas entre el tipo de jabón usado (común o antibacteriano). Asimismo, los autores encontraron que los casos de diarrea e impétigo se redujeron en 53% y 34% respectivamente, en los grupos tratados en comparación de los grupos de no tratados para el caso de menores de 15 años.

Estudios como el de Ryan et al. (2001), realizaron la evaluación del Programa “Parar de Toser” implementado en un centro de entrenamiento naval de los Estados Unidos para los años 1997 y 1998. Este programa consistía principalmente en el lavado de manos (cinco veces al día), instalación de dispensadores de jabón líquido y educación en la importancia del lavado de manos. Para ello se administró una encuesta a los reclutas, diseñada bajo un muestreo estratificado, a fin de evaluar el cumplimiento del programa, encontrando que las visitas ambulatorias por infecciones respiratorias agudas disminuyeron en 45% en los jóvenes militares a causa de la implementación del programa.

Teniendo en cuenta a Brown et al (2020)⁵⁸, ellos propusieron un índice de que refleje un entorno doméstico para la protección⁵⁹ de la Covid – 19, un tipo de infección respiratoria severa, comparando los índices entre países en desarrollo, utilizando las Encuestas Demográficas y de Salud Familiar de estos países. Para la construcción de este índice se tomaron en consideración las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁶⁰:

- i) **Aprendizaje**, los individuos deben tener la capacidad de poder recibir información de la incidencia de la enfermedad y medidas de protección, para ello se requiere contar con acceso a herramientas de comunicación, como lo es la radio, la televisión, teléfono e internet.
- ii) **Aislamiento**, los individuos deben poder mantener un distanciamiento social, de al menos un metro de separación, con el fin de disminuir la tasa de reproducción del virus, para ello se requiere de una infraestructura⁶¹ adecuada para el hogar, con una vivienda que cuenta con paredes, techo y baño, por ejemplo. Los autores refieren que en hogares con familias numerosos la transmisión de virus es mucho más rápida, y constituye una amenaza.
- iii) **Lavado**, los individuos deben poder lavarse las manos para evitar la propagación del virus.
- iv) **Tratamiento**, los individuos deben contar con acceso a los servicios de salud.

Los autores concluyeron que los aspectos considerados para la construcción del índice propuesto, tiene un efecto riqueza; es decir, los hogares más pobres tienen menos capacidad para poner en práctica las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de Salud (OMS) y los gobiernos nacionales, por lo tanto, poca o ninguna

⁵⁸ Can the world's poor protect themselves from the new coronavirus?

⁵⁹ De acuerdo con los autores, este índice refleja la verdadera capacidad de los individuos para protegerse de virus que causan infecciones respiratorias.

⁶⁰ Una de las principales recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), consiste en mantener una buena higiene mediante el lavado frecuente de manos con agua y jabón o usando un frecuentemente un frotamiento a base de alcohol, esto elimina las bacterias, virus u otros microbios que pueden causar enfermedades, como lo son las infecciones respiratorias agudas.

⁶¹ Los autores refieren que los atributos de la vivienda son realmente importantes, características como el tamaño, el material y la ubicación no son ajustables inmediatamente ante la amenaza de un virus.

capacidad de protegerse de virus, bacterias, microbios que causan infecciones y enfermedades como lo son las infecciones respiratorias agudas y la Covid – 19.

2. Literatura para el caso peruano

De acuerdo con Mendoza y Arteaga (2021), los proyectos culminados por el Programa Nacional de Saneamiento Rural reducen la desnutrición crónica infantil en 1.7 niños por cada 100 habitantes y las enfermedades diarreicas agudas en 1.2 niños por cada 100 habitantes, no encontrando efectos significativos sobre la mortalidad infantil en menores de cinco años. Para ello los autores emplearon regresiones multivariadas con efectos fijos a nivel de distrito, durante el periodo 2009-2019 para la mortalidad infantil y durante el periodo 2015-2019 para las enfermedades diarreicas agudas y la desnutrición crónica infantil.

Desde el punto de vista de Zavala Muñoz (2022), la calidad del agua tiene un efecto positivo en el bienestar de la sociedad, en el sentido de que tiene el efecto de disminuir la incidencia de infecciones respiratorias agudas (IRA), enfermedades diarreicas (EDA) y la anemia, en 3.34%, 3.4% y 9.6%, respectivamente, para ello empleo un modelo Probit bivariado y la Encuesta Demográfica de Salud Familiar – ENDES 2019. También encontró que la ausencia de la madre, medido a través de las horas que tarda en recolectar el agua, tiene un efecto negativo en la salud de niños menores de cinco años; asimismo, se encontró un efecto riqueza, en la medida que la posesión de activos y la calidad de estos disminuye la probabilidad que los niños menores de cinco años contraigan infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas agudas y anemia. Además, resaltó la importancia del hacinamiento en los hogares, actividad económica, el clima y las condiciones geográficas en la incidencia de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

De acuerdo con Gómez-Lobo et al (2022), contar con acceso a agua por red reduce la probabilidad de infectarse de Covid – 19, en 6.2%, 6.5%, 6.7% y 9.9%, para los hogares ubicados a distancias de 2 km, 1 km, 1.5 km y 0.5 km, respectivamente, es decir el impacto depende de la discontinuidad geográfica de la prestación del servicio, para ello

se utiliza la metodología de Regresión discontinua (RD) y los datos empleados procedieron de una encuesta en las zonas periurbanas de Lima Metropolitana que incluyó distritos como Ancón, Lurín, Pachacamac, Carabaylo, Cieneguilla, Lurigancho, San Juan de Lurigancho y Ventanilla. Un hallazgo importante, refiere que el acceso a agua potable por medio de una red, no es suficiente, sino que además se debe garantizar una dotación mínima de agua, que garantice el cumplimiento de las recomendaciones de higiene, como lo es el lavado frecuente de manos, dadas por la Organización Mundial de Salud (OMS) y los diferentes gobiernos nacionales a nivel mundial, a fin de enfrentar la enfermedad de la Covid- 19, recomendaciones que impactan en el resto de infecciones respiratorias agudas y severas.

Capítulo 6. Hipótesis de la investigación

El presente trabajo de investigación sostiene como hipótesis general que el acceso a agua potable y saneamiento, medido a través de los proyectos culminados por el PNSR, reduce las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, esta hipótesis se sustenta en la evidencia teórica y empírica desarrollada en las secciones anteriores.

De esta hipótesis general, se derivan tres hipótesis secundarias, las que se muestran a continuación:

1. **Hipótesis secundaria 1:** Los distritos que reciben una mayor cantidad de proyectos culminados por el PNSR, experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.
 2. **Hipótesis secundaria 2:** Los distritos que son expuestos por periodos más prolongados a proyectos culminados por el PNSR experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.
- Hipótesis secundaria 3:** Los distritos que cuentan con proyectos culminados por el PNSR con montos de inversión per cápita más altos, experimentan mayores efectos en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

Capítulo 7. Lineamientos metodológicos

1. Base de datos

Las bases de datos utilizadas para el presente trabajo de investigación lo constituyen los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años reportados en consulta externa en los centros de establecimiento de salud del Ministerio de Salud del Perú (MINSA), durante el periodo 2010 – 2021, y la relación de proyectos de inversión pública de agua potable y saneamiento licitados y/o ejecutados por el Programa Nacional de Saneamiento Rural, para el periodo 2010 – 2021.

Respecto a las bases de datos referidas, estas fueron requeridas a través del portal de transparencia del Ministerio de Salud del Perú y del Programa Nacional de Saneamiento Rural, según corresponda, mediante los números de solicitudes “22-019330” y “AIP HT 110059-2022”, respectivamente, para posteriormente ser remitidas las informaciones solicitadas vía correo electrónico el 10 de octubre de 2022 y el 16 de setiembre de 2022 respectivamente.

La base de datos de los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años contiene información sobre la tipología⁶² de las infecciones respiratorias agudas a nivel de departamento, provincia, distrito y establecimiento de salud, por género y área de residencia. Por otro lado, la base de datos de proyectos de inversión pública de agua potable y saneamiento en el ámbito rural contiene información sobre los proyectos de agua potable y saneamiento en el ámbito del Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), por departamento, provincia, distrito y centro poblado. Adicionalmente, la referida base de datos contiene información sobre los montos de inversión de los proyectos, la unidad ejecutora, la tipología de proyecto, fecha de inicio y culminación de los proyectos.

⁶² Neumonía, bronquitis, faringitis, amigdalitis, rinofaringitis, influenza, influenza aviar, entre otros.

Es importante mencionar que la información de los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, remitida por la Oficina General de Tecnologías de la Información del MINSA, considera solo los casos reportados en consulta externa en los centros de establecimiento de salud, siendo esta una de las principales limitaciones del presente trabajo de investigación. Sin embargo, esta base de datos contiene importante información de los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años a nivel de distrito en todo el Perú, detalle que no proporciona las bases de datos disponibles, como lo es la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Por otro lado, es también importante mencionar que, dado el objetivo principal del presente trabajo de investigación, se seleccionaron solo aquellos proyectos culminados de la base de proyectos de agua y saneamiento remitido por el Programa Nacional de Saneamiento Rural; es decir, que se encontraban en la etapa de concluido, post ejecución y cerrado, para el periodo 2012 y 2019 (Mendoza y Arteaga, 2021).

La unidad de análisis para el presente trabajo de investigación lo constituye el distrito donde se ubica el centro de establecimiento de salud donde los menores de cinco años son llevados por sus padres a consulta externa por algún tipo de infección respiratoria. Asimismo, el periodo de análisis de la presente investigación corresponde al periodo 2010 - 2019. Cabe precisar que se decidió no incluir los años 2020 y 2021, debido a la drástica reducción de casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años, como consecuencia de las medidas (uso de mascarilla, restricciones para transitar, entre otras) impuestas a nivel mundial a fin de frenar el avance de la Covid-19; así como, a los nuevos hábitos de cuidado e higiene, como es el lavado de manos frecuente, que se han adoptado a raíz de la pandemia originada por la Covid-19.

Posteriormente, se procedió a fusionar las bases de datos de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, con la base de datos de proyectos de agua potable y saneamiento culminados, utilizando como identificadores el distrito, el año de culminación de los proyectos de agua potable y saneamiento, y el año de reporte de

los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, quedándonos solo con los distritos donde el PNSR intervino al menos una vez, se realiza el análisis con estos distritos porque se considera que este grupo de distritos representa de forma adecuada a la población objetivo o zonas de intervención del programa. La metodología utiliza para cada año como no tratados a los distritos aún no intervenidos. Por ello, es importante resaltar la naturaleza del tratamiento, pues un distrito que es tratado en el periodo “t”, lo seguirá siendo en los siguientes periodos. La base de datos resultante consiste en panel de datos de 936 distritos para un periodo de 9 años (2010 – 2019).

Finalmente, siguiendo a Dasso, Fernández y Ñopo (2015), se realizó la prueba de comparación de medias de algunas características observables para el grupo de tratados y no tratados para un año previo a la intervención del PNSR. En general se encontró que ambos grupos son similares en las características observables evaluadas (Anexo 13). Asimismo, se calculó las estadísticas descriptivas de las variables de control para los grupos tratados y no tratados, y para la muestra total (Ver Anexo 14).

2. Variables

Para el presente documento de investigación se empleará como variable de resultado, los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años. Para construir la variable de resultado, se empleó la base de datos de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años reportados en consulta externa, y además se empleó la base de datos de población por edades puntuales, grupos quinquenales y edades especiales, según regiones, provincias y distritos, solicitada vía portal de transparencia con solicitud N° 22-021175 y remitida vía correo electrónico el 15 de noviembre de 2022 por la Oficina General de Tecnologías de la Información del Ministerio de Salud.

Por otro lado, la variable de tratamiento fue construida en base a la información de los proyectos de agua potable y saneamiento culminados, en el ámbito rural, financiados y/o ejecutados por el Programa Nacional de Saneamiento Rural. Para fines del presente

trabajo de investigación, se consideró distritos tratados aquellos donde al menos se culminó un proyecto de agua y saneamiento, y como distrito no tratado en caso contrario.

En el capítulo donde se desarrolla la metodología de Dasso, Fernández y Ñopo, se analizan tres tratamientos adicionales dado que el distrito fue tratado: i) la intensidad, ii) la exposición y iii) el monto de inversión. Para el primer caso, se considera la cantidad acumulada de proyectos culminados por distrito, para el segundo caso se considera la exposición en años a los que fue expuesto el distrito desde la culminación del proyecto más antiguo, y para el tercer caso se consideró el monto de inversión acumulada por cada 1 000 habitantes por distrito.

Adicionalmente, se incluyó algunas variables de control identificadas de la revisión de la literatura a fin de disminuir los sesgos de selección y obtener una medida de impacto robusto y consistente, las cuales se describen a continuación:

- i) La primera variable de control identificada fue **El Programa Nacional de Apoyo Directo a los más pobres** (Juntos), el cual empezó a funcionar en el año 2005 y a la fecha interviene en 1849 distritos. El 5 de noviembre de 2022, se solicitó información al Programa Juntos de los distritos intervenidos por el programa vía portal de transparencia mediante solicitud N° AIP101-2022, la cual fue atendida mediante el informe N° 000462-2022-MIDIS/PNADP-UOP, del 09 de noviembre de 2022.

De acuerdo a Silva y Stampini (2018), para que un hogar sea beneficiario del programa debe cumplirse tres condiciones: Primero, residir en un distrito con un nivel de pobreza superior al 40%; segundo, contar con la clasificación socioeconómica (CSE) de pobre validada por el Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH) y administrada el Padrón General de Hogares (PGH); y tercero, el hogar debe contar con al menos una gestante, niño o adolescente hasta cumpla 19 años o termine la educación secundaria.

En este tipo de programa de transferencias monetarias condicionadas, la mujer jefa de hogar recibe una transferencia monetaria, en el caso de Juntos es de 200 soles cada dos meses, condicionado a que envíen a sus hijos a la escuela y los lleven a algún establecimiento de salud para su control. De este modo, la presencia de este programa en los distritos analizados puede tener el efecto de disminuir los casos de infecciones respiratorias agudas en los menores de cinco años. Por ello es de suma importancia, estar seguros de que los resultados encontrados no están contaminados por el efecto de este programa.

- ii) La segunda variable de control identificada fue la **tasa de vacunación** para prevención de las infecciones respiratorias agudas aplicadas y/o suministradas a los menores de cinco años. Cabe precisar que la cobertura de vacunación por distrito según tipo biológico fue solicitada vía portal de transparencia del Ministerio de Salud con solicitud N°22-021169, información que fue remitida vía correo electrónico el 14 de noviembre de 2022 por la Oficina General de Tecnologías de la Información del MINSA. Se incluyeron como controles a la vacuna contra la enfermedad de la tuberculosis (BCG o bacilo de Calmette-Guérin), a la vacuna que protege contra la difteria, tos convulsiva, tétanos, influenza tipo b y hepatitis B (Pentavalente), a la vacuna que protege de la influenza (Influenza) y la vacuna que protege contra la neumonía (neumococo).

Se esperaría que el aumento de la cobertura de la vacunación; así como la implementación de las vacunas contra la influenza (2009) y el neumococo (2008)⁶³, puede tener un efecto en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de edad. Entonces, es necesario controlar por esta variable, a fin de que el resultado encontrado no este afectado por el efecto de este tipo de vacunas.

- iii) La tercera variable de control identificada fue el **porcentaje de ruralidad** de cada distrito. Para la construcción de este indicador se tomó la información proporcionada

⁶³ Mediante el Programa Nacional Articulado (PAN), se incrementa los suministros de vacunas básicas (BCG, DPT y polio y sarampión) y se añadieron las vacunas contra la diarrea (rotavirus) y para la prevención de infecciones respiratorias agudas (neumococo), a partir del año 2009.

por los censos nacionales de los años 2007 y 2017. Se considera importante controlar por este indicador, en la medida que los distritos tienen tanto un área rural como urbana, en ese sentido para lograr capturar el efecto del área rural de cada distrito, se incluye esta variable de control.

- iv) La cuarta variable de control identificada fue el **Programa Mi Abrigo** desarrollado por el Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES), el cual tuvo sus inicios a partir del año 2017 y a la fecha ha intervenido en 106 distritos. La información de los distritos intervenidos por el Programa Mi Abrigo, fue solicitada al FONCODES vía portal de transparencia y remitida vía correo electrónico el 23 de noviembre de 2022. Mediante este programa se realizan intervenciones que consisten principalmente en el acondicionamiento de viviendas de adobe en las zonas rurales afectadas por las heladas y el friaje, logrando incrementar la temperatura del interior de la vivienda en alrededor de 8 grados centígrados, adicionalmente se instalan cocinas mejoradas a leña o bosta. Cabe precisar que a partir del año 2020, FONCODES no cuenta con recursos para dar continuidad al referido programa. La evidencia sugiere que la implementación de este programa tiene un efecto en la reducción de las infecciones respiratorias en menores de cinco años en las zonas afectadas por este tipo de fenómenos naturales, por ello debemos asegurarnos de que nuestros resultados no sean impulsados por el efecto del programa Mi Abrigo (MIDIS, 2022).
- v) La quinta variable de control identificada fueron los **proyectos de agua y saneamiento ejecutados por el Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES**⁶⁴. La información de los distritos intervenidos fue solicitada vía portal de transparencia, siendo remitida vía correo electrónico el 25 de noviembre de 2022,

⁶⁴ Mediante Decreto Legislativo N° 1274, publicado el 22 de diciembre de 2016, se regulo la participación del Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social -FONCODES, en la ejecución de intervenciones de rehabilitación, reposición, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento en los centros poblados rurales. La intervención en la ejecución de estas intervenciones se denominó Agua+. Durante los años 2017 y 2018, se ejecutó la primera intervención de Agua+ mediante la aprobación de 32 proyectos. Durante los años 2018 y 2019, se ejecutó la segunda intervención de Agua+ mediante la aprobación de 110 proyectos.

mediante Informe N° 00016-2022-MIDIS/FONCODES/UGPI. A través de este programa, FONCODES ha implementado intervenciones de agua potable y saneamiento en el marco del SNIP entre el periodo 2010-2016 y en el marco del Invierte.pe entre los años 2018 y 2019, a través de la modalidad de núcleo ejecutor, en el ámbito rural, dirigido a la población más pobre a fin de contribuir al cierre de brechas de cobertura de agua potable y saneamiento; sin embargo, es importante recalcar que las últimas intervenciones se dieron durante el periodo 2018 -2019 (periodo donde se implementaron 110 proyectos), después del año 2019 no se han realizado intervenciones en agua potable y saneamiento. De manera similar a los casos anteriores, es probable que este programa tenga algún efecto en la reducción de las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, por ello es importante aislar su efecto, para poder encontrar el verdadero efecto de las intervenciones realizadas por el PNSR sobre las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

Para los controles de los ítems i), iv) y v), se incluyó una variable dummy para cada programa, es decir el valor de 1 si el programa está implementado en el distrito y 0 en caso contrario. De acuerdo con Dasso et al. (2015), la presencia de este tipo de intervenciones en los distritos donde el Programa Nacional de Saneamiento Rural ha intervenido a través de proyectos de agua potable y saneamiento, puede generar estimadores sesgados.

3. Metodología

3.1 Metodología de Dasso, Fernández y Ñopo

De acuerdo con Dasso et al. (2015), es probable que comparar transversalmente distritos donde se haya culminado al menos un proyecto de agua potable y saneamiento con distritos donde no se haya culminado al menos uno, puede generar estimaciones inconsistentes del efecto del PNSR, debido a que los distritos pueden diferir en características no observadas. Como consecuencia, a fin de aprovechar el incremento de la cobertura de agua potable y saneamiento en el área rural, debido a la expansión

del PNSR, se emplea un panel de datos a nivel de distritos a fin de controlar por características no observables invariantes en el tiempo que podrían afectar a la variable de resultado y a la variable de tratamiento.

En particular, luego de realizar la prueba de Hausman (Anexo 4), el modelo elegido para estimar el impacto de los proyectos de agua potable y saneamiento culminados por el PNSR en los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, es un modelo de efectos fijos, considerando la variación dentro de cada distrito a lo largo del periodo analizado (2010 – 2019).

Siguiendo a Dasso et al. (2015), para estimar el impacto de los proyectos de agua potable y saneamiento culminados por el PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años, se propone el siguiente modelo:

$$y_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta PAPS_{it} + \mu_{it}$$

Donde el subíndice "i" denota al distrito y "t" el año. Por otro lado, " y_{it} ", es la variable de resultado; " α_i ", es un intercepto específico a cada distrito (es decir el efecto fijo por distrito) cuya función es controlar por variables observables y no observables que no varían en el tiempo; y " α_t ", es un efecto fijo por año, cuya función es controlar cambios que hayan ocurrido cada año. La variable " $PAPS_{it}$ ", es una variable dummy que indica si en el distrito "i", se ha culminado al menos un proyecto de agua potable y saneamiento en el año "t"; y el término " μ_{it} ", es el término de error. Finalmente, " β ", es el parámetro que nos interesa, debido a que este denota el impacto de que el PNSR culmine al menos un proyecto de agua potable y saneamiento, es decir, este coeficiente nos está indicando la diferencia en la variable de resultado entre los distritos que fueron expuestos al tratamiento de los que no. De acuerdo con Duflo, Glennerster y Kremer (2006), este coeficiente representa el efecto el efecto total de culminar al menos proyecto de agua potable y saneamiento en el distrito.

Por otro lado, a fin de complementar el modelo de regresión propuesto anteriormente, se plantea investigar si los distritos donde se culminaron más de un proyecto de agua potable y saneamiento experimentan mayores efectos en la reducción de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. De la información proporcionada por el PNSR se ha identificado que en alrededor del 24% de los distritos tratados se culminó más de un proyecto de agua potable y saneamiento. De acuerdo con Dasso et al. (2015), estas diferencias en la INTENSIDAD del tratamiento entre los distritos tratados y no tratados permiten estimar la siguiente ecuación:

$$y_{it} = \gamma_i + \gamma_t + \phi INTENSIDAD_{it} + v_{it}$$

Donde “ $INTENSIDAD_{it}$ ”, indica el número acumulado de proyectos de agua potable y saneamiento concluidos en el distrito “ i ” en el año “ t ”; es decir, es el número de proyectos concluidos acumulados por año, esto significa que el número de proyectos ira creciendo cada año si en el distrito “ i ” se culminaron más de un proyecto durante el periodo 2010 – 2019. En ese sentido, “ ϕ ”, representaría el efecto marginal de culminar un proyecto de agua potable y saneamiento adicional, condicionado a que el distrito “ i ” estuvo expuesto al tratamiento. Siguiendo a Dasso et al. (2015), el supuesto de la ecuación planteada es que la medida de intensidad del tratamiento “ $INTENSIDAD_{it}$ ” no está correlacionada con el termino de error “ v_{it} ”, dado que se controla por los efectos fijos distritales y temporales.

Adicionalmente, a fin de seguir complementando el modelo de regresión planteado inicialmente, se analiza si los distritos que son expuestos por periodos más largos a proyectos de agua potable y saneamiento culminados experimentan mayores efectos en la reducción de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. Dasso et al. (2015), plantea la siguiente ecuación:

$$y_{it} = \lambda_i + \lambda_t + \rho EXPOSICIÓN_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde “ $EXPOSICIÓN_{it}$ ”, hace referencia a la cantidad de años que transcurren entre el año de culminación del proyecto de agua potable y saneamiento y el año actual o

corriente (2022), para los casos en donde se haya culminado más de un proyecto de agua potable y saneamiento en un distrito “*i*” se ha considerado el proyecto más antiguo; es decir, aquel que se terminó primero, pues se esperaría que desde la culminación de un proyecto de agua potable y saneamiento se traduzca en una mejora en la calidad de vida de la población beneficiaria. En ese sentido, “ ρ ” representa el efecto marginal de un año más de exposición a proyectos culminados de agua potable y saneamiento, condicionado a que el distrito estuvo expuesto al tratamiento; es decir, que el PNSR culminó al menos un proyecto de agua potable y saneamiento en el distrito “*i*” en el año “*t*”.

Finalmente, aprovechando la disponibilidad de la información del monto de inversión asociado a cada proyecto, se analiza si los distritos que cuentan con proyectos culminados de agua potable y saneamiento con una inversión por habitante mayor muestran mayores efectos en la reducción de casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

$$y_{it} = \tau_i + \tau_t + \zeta INVERSIÓN_{it} + \xi$$

Donde “ $INVERSIÓN_{it}$ ”, hace referencia al monto de inversión per cápita acumulada por cada S/ 1 000. En ese sentido, “ ζ ”, representaría el efecto adicional de invertir S/ 1 000 por persona, condicionado a que el distrito “*i*” estuvo expuesto al tratamiento; es decir, que el PNSR culminó al menos un proyecto de agua potable y saneamiento en el distrito “*i*” en el año “*t*”.

3.2 Metodología de Callaway y Sant’Anna

En el presente apartado, se desarrolla un modelo de Diferencias en Diferencias (DID), que consiste en comparar resultados entre grupos de individuos que recibieron o no el tratamiento, controlando por posibles diferencias en los resultados en un período previo donde no hubo el tratamiento para ambos grupos, eliminando componentes sistémicos y

comunes a ambos grupos, así como cualquier componente individual no observable de cada uno de los grupos de individuos.

Específicamente se propone como metodología un modelo de Diferencias en Diferencias (DID) escalonadas con múltiples periodos de tiempo y grupos, a fin de aprovechar el rápido incremento de la cobertura de agua potable y saneamiento en el área rural, debido a la expansión del PNSR. La estrategia de identificación elegida permite además controlar por variables no observables que no varían en el tiempo. Si bien existen otras metodologías que permiten controlar por no observables, como variables instrumentales, regresión discontinua y control sintético, lo cierto es que en el primer caso encontrar un instrumento que cumpla la propiedad de exogeneidad es una tarea bastante complicada en la práctica; mientras que, en el segundo y tercer caso estas metodologías no se ajustan a la información disponible. Adicionalmente, la extensión del modelo de DID adoptado permite realizar análisis adicionales que permiten destacar la heterogeneidad del efecto del tratamiento entre los grupos, en diferentes periodos de tiempo y a través de diferentes duraciones de exposición al tratamiento, siendo estos análisis de gran importancia para los tomadores de políticas públicas.

A continuación, se desarrolla la extensión del modelo de DID adoptado:

La metodología que se adoptará es la desarrollada por Callaway y Sant'Anna (2020), mediante la cual se estima parámetros del efecto promedio del tratamiento empleando el método de diferencias en diferencias, considerando múltiples periodos de tiempos (es decir, más de dos periodos de tiempo⁶⁵), variación en el momento del tratamiento y cuando el supuesto de tendencias paralelas permanece solo después de condicionar por variables observadas (supuesto de tendencias paralelas condicionadas). Estos autores muestran que se puede identificar una variedad de parámetros causales cuando se

⁶⁵ La forma tradicional del método de Diferencias en Diferencias (DiD), considera dos periodos de tiempo y dos grupos. Durante el primer periodo de tiempo, nadie es tratado, mientras que en el segundo periodo algunas unidades son tratadas y algunas unidades no son tratadas.

modela un escenario de Diferencias en Diferencias (DiD) escalonadas⁶⁶, y que además, se puede crear diferentes esquemas de agregación sobre la heterogeneidad del efecto del tratamiento; así como, un efecto global de participar en el tratamiento.

De acuerdo con Callaway y Sant'Anna (2020), su método brinda un camino sencillo para agregar los efectos promedio del tratamiento por grupos (definidos por el período de tiempo en que las unidades se tratan por primera vez) y por períodos de tiempo, en el efecto promedio del tratamiento, a través de diferentes duraciones de exposición al tratamiento, salvando los problemas teóricos de pesos negativos⁶⁷, sensibilidad al tamaño de los grupos, sensibilidad a la duración del tratamiento y la sensibilidad al número total de periodos de tiempo, que las metodologías estándares de efectos fijos y dinámicos suelen presentar cuando el efecto del tratamiento evoluciona en el tiempo (Goodman – Bacon (2019) y Sun y Abraham (2020)). Es importante mencionar que estos autores plantean el método de Diferencias en Diferencias (DiD) con adopción escalonada⁶⁸, es decir, una vez que las unidades son tratadas, estas permanecen siendo tratadas en los siguientes periodos.

Asimismo, los autores definen “G” como el periodo de tiempo en que una unidad “i” es tratada por primera vez. Por lo tanto, G define la cantidad de grupos . La definición de “G”, permite responder una variedad de preguntas acerca de la heterogeneidad del efecto del tratamiento, que podrían ser de interés para los investigadores, como las siguientes: i) ¿Cómo los efectos promedio del tratamiento varían con la duración de la exposición al tratamiento (Even Study)?, ii) ¿Cómo los efectos promedio del tratamiento varían entre los grupos de tratamiento (Group Specific Effect)?, iii) ¿Cuál es el efecto promedio del tratamiento en todos los grupos, en algún periodo de tiempo particular?, y iv) ¿Cómo los

⁶⁶ Una vez que una unidad es tratada en algún periodo de tiempo, lo seguirá siendo en los siguientes periodos.

⁶⁷ De acuerdo con Borusyak and Jaravel (2017), Goodman-Bacon (2019), de Chaisemartin y D'Haultfœuille (2020), y Atey and Imbien (2018), muestran que β (parámetro de interés en un modelo de efectos fijos) recupera un promedio ponderado de los parámetros del efecto del tratamiento, pero algunos de los pesos de estos parámetros pueden ser negativos (negative weight problem). Sun and Abraham (2020), muestran que el problema de pesos negativos se mantiene en el modelo de tipo dinámico.

⁶⁸ En el Anexo 15, se desarrollan los supuestos del método de Callaway y Sant'Anna (2020).

efectos promedio del tratamiento acumulativo evolucionan con el tiempo? (Calendar Time Effects).

A continuación, se desarrolla el método de Callaway y Sant'Anna (2020):

1. Efecto promedio del tratamiento por grupos y periodos de tiempo

Considerando un modelo de Diferencias en Diferencias (DiD) con dos periodos de tiempo, el efecto promedio del tratamiento en los tratados se denota de la siguiente manera:

$$ATT = E[Y_2(2) - Y_2(0) | G_2 = 1]$$

Siguiendo a Callaway y Sant'Anna (2020), la generalización propuesta del ATT para múltiples grupos de tratamiento y múltiples periodos de tiempo es la siguiente;

$$ATT(g, t) = E[Y_t(g) - Y_t(0) | G_g = 1]$$

Donde:

$ATT(g, t)$: Efecto promedio del tratamiento de tiempo y grupo.

$Y_t(g)$: Resultado potencial que experimentarían las unidades en el periodo t , si el tratamiento se hubiera dado por primera vez en el periodo g .

$Y_t(0)$: Resultado potencial de las unidades no tratadas en el periodo t , si permanecen como no tratadas durante el periodo de tiempo T ; es decir, si las unidades no participan en el tratamiento en todo el periodo de tiempo.

t : Periodo de tiempo corriente, donde: $t = 1, \dots, T$.

g : Año en el cual una unidad es tratada por primera vez. Por lo tanto, g define a que grupo pertenece cada unidad.

G_g : Variable binaria que es igual a 1, si una unidad se trata por primera vez en el periodo g , es decir cuando t es igual a g , en caso contrario es igual a cero.

La generalización propuesta del ATT por estos autores permite analizar el efecto promedio de tratamiento a través de diferentes dimensiones. Por ejemplo, se puede conocer la evolución del efecto promedio del tratamiento alrededor del tiempo para un grupo específico, y así para cada uno de los grupos que se definan, permitiendo entender la variación de la dinámica del efecto promedio del tratamiento entre los grupos.

2. Heterogeneidad de los efectos del tratamiento promedio por grupos y periodos de tiempo

Los esquemas de agregación planteados por Callaway y Sant'Anna (2020), son de la siguiente forma:

$$\theta = \sum_{g \in G} \sum_{t=2}^{\tau} w(g, t) ATT(g, t)$$

Donde:

$w(g, t)$: Son funciones de ponderación que permiten estimar diferentes tipos de heterogeneidad del efecto del tratamiento.

$ATT(g, t) = E[Y_t(g) - Y_0(g) | G_g = 1]$: Es el efecto promedio del tratamiento para el grupo g en el periodo de tiempo t .

Como se mencionó anteriormente, Callaway y Sant'Anna (2020) se centran en cuatro agregaciones parciales de los efectos promedio del tratamiento de tiempo y de grupo, que responden a las siguientes preguntas:

- i) ¿Cómo los efectos promedio del tratamiento varían con la duración de la exposición al tratamiento (Even Study)?,
- ii) ¿Cómo los efectos promedio del tratamiento varían entre los grupos de tratamiento (Group Specific Effect)?,
- iii) ¿Cuál es el efecto promedio del tratamiento en todos los grupos, en algún periodo de tiempo particular? y,

iv) ¿Cómo los efectos promedio del tratamiento acumulativo evolucionan con el tiempo?
(Calendar Time Effects)

A continuación se presentan los esquemas de agregaciones que responden a las preguntas planteadas anteriormente.

i) Para la primera pregunta, el esquema de agregación que destaca la heterogeneidad del efecto del tratamiento respecto a "e", es el siguiente:

$$\theta_{es}(e) = \sum_{g \in G} 1\{g + e \leq T\} P(G = g | G + e \leq T) ATT(g, g + e) \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

e: Tiempo transcurrido desde que el tratamiento fue adoptado, esto es, $e = t - g$.

$\theta_{es}(e)$: Efecto promedio de participar en el tratamiento, "e" periodos después de que el tratamiento fue adoptado por todos los grupos que alguna vez se observó que participaron en el tratamiento por e periodos de tiempo.

ii) Para la segunda pregunta, el esquema de agregación que considera el efecto heterogéneo de grupos es el siguiente:

$$\theta_{sel}(\check{g}) = \frac{1}{T - \check{g} + 1} \sum_{t = \mathcal{P}}^T ATT(\check{g}, t) \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

$\theta_{sel}(\check{g})$: Efecto promedio de participar en el tratamiento entre las unidades del grupo \check{g} , en todos sus periodos posteriores al tratamiento. Este parámetro nos indicaría, si el efecto de participar en el tratamiento es más grande para grupos que fueron tratados antes, que los grupos que fueron tratados después.

iii) Para la tercera y cuarta pregunta, los esquemas de agregación son los siguientes:

1. $\theta_c(\check{t}) = \sum_{g \in G} 1\{\check{t} \geq g\} P(G = g | G \leq \check{t}) ATT(g, t) \dots\dots\dots(3)$

Donde:

$\theta_c(\check{t})$: Efecto promedio del tratamiento en el periodo t .

$$2. \theta_c^{cumu}(\check{t}) = \sum_{t=2}^{\check{t}} \theta_c(t) \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

$\theta_c^{cumu}(\check{t})$: Efecto promedio del tratamiento acumulativo entre las unidades que han sido tratadas por el tiempo \check{t} hasta el periodo t .

Considerando la heterogeneidad de los efectos del tratamiento promedio de tiempo y grupo, Callaway y Sant'Anna (2020) sugieren como medida agregada del efecto promedio del tratamiento de tiempo y grupo, la siguiente ecuación:

$$\theta_{g \in \mathcal{G}}^0 = \sum_{g \in \mathcal{G}} \theta_{sel}(g) P(G = g | G \leq T) \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

$\theta_{g \in \mathcal{G}}^0$: Efecto promedio de participar en el tratamiento para unidades del grupo g .

Finalmente, en el apartado 2 del capítulo 7, se aplica el método propuesto por Callaway y Sant'Anna (2020), para estudiar el efecto del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, considerando que el efecto de culminar al menos un proyecto de agua potable y saneamiento por el PNSR es dinámico, en el sentido que el momento de culminación de al menos un proyecto de agua potable y saneamiento por el PNSR varía entre los distritos, lo cual puede ser un reto para la metodología estándar de efectos fijos y dinámicos como se mencionó anteriormente. Asimismo, el método propuesto por los autores permitirá realizar análisis adicionales sobre la heterogeneidad del efecto del tratamiento, y responder preguntas como las que plantearon los autores en el 2020. Por otro lado, con los resultados encontrados bajo el método propuesto por Callaway y Sant'Anna (2020), se podrá comparar los resultados

obtenidos con la primera y segunda metodología, y comprobar así la robustez de las estimaciones.

Capítulo 8. Resultados

1. Resultados de la primera metodología

En la presente sección se presenta los resultados de las cuatro regresiones planteadas en el capítulo de la Metodología de Dasso, Fernández y Ñopo. En primer lugar, la Tabla 3 muestra el resultado del impacto que genera que el PNSR culmine al menos un proyecto de agua potable y saneamiento sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. Como se puede observar en la referida tabla, los proyectos de agua potable y saneamiento culminados por el PNSR disminuyen las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en 2.2 casos por cada 100 menores de cinco años, respecto a los distritos no intervenidos por el PNSR. Adicionalmente, para comprobar la robustez de los resultados encontrados, se estimó la misma regresión incluyendo las variables de control descritas en el capítulo 7 numeral 2, hallando que los resultados encontrados se mantienen robustos ante la inclusión de las variables de control, identificadas de la revisión de la literatura nacional e internacional, que pueden afectar a la variable de resultado. Esto significa que las variables de control incluidas no generan sesgos en el parámetro de interés “ β ”, que denota el impacto de los proyectos culminados por el PNSR.

Tabla 3: Efecto del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)

	Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años	
	Sin variables de control	Con variables de control
PNSR	-2.016* (1.055)	-2.213** (1.040)
Programa Juntos		6.526*** (1.265)
Vacuna BCG		29.216*** (2.465)
Vacuna Pentavalente		15.251*** (3.288)
Vacuna Neumococo		-1.216 (4.041)

Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años		
Vacuna Influenza		-3.304 (2.683)
Porcentaje de Ruralidad		-5.110 (6.760)
Programa Mi Abrigo -FONCODES		-0.477 (3.467)
Agua+ y otros-FONCODES		-4.293* (2.328)
Intercepto	91.285*** (0.642)	71.403*** (4.167)
Número de observaciones	9,630	9,630
Número de distritos	963	963
R ²	0.720	0.803

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Elaboración: Propia.

En segundo lugar, la Tabla 4 muestra el efecto marginal de culminar un proyecto de agua potable y saneamiento adicional, condicionado a que el distrito estuvo expuesto al tratamiento. Como se puede observar en la referida tabla, cada proyecto adicional de agua potable y saneamiento culminado reduce en 0.3 casos las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años, esto significa que por cada 10 proyectos culminados los casos de infecciones respiratorias agudas se reducen en 3 casos por cada 100 menores de cinco años. De manera similar al apartado anterior se incluyó las variables de control identificadas, encontrando que los resultados se mantienen robustos ante la inclusión de las variables de control identificadas, es decir, que las variables de control incluidas no generan sesgos en el parámetro de interés “ ϕ ”.

Tabla 4: Efecto de culminar un proyecto adicional de agua potable y saneamiento sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)

	Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años	
	Sin variables de control	Con variables de control
Intensidad (Proyectos de agua potable y saneamiento)	-0.335* (0.195)	-0.348* (0.193)
Programa Juntos		6.423*** (1.266)
Vacuna BCG		29.431*** (2.469)

Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años		
Vacuna Pentavalente		15.272***
		(3.289)
Vacuna Neumococo		-1.376
		(4.041)
Vacuna Influenza		-3.420
		(2.683)
Porcentaje de Ruralidad		-4.771
		(6.764)
Programa Mi Abrigo -FONCODES		-0.265
		(3.469)
Agua+ y otros - FONCODES		-4.193*
		(2.330)
Intercepto	96.514***	70.740***
	(0.342)	(4.152)
Número de observaciones	9,630	9,630
Número de distritos	963	963
R ²	0.797	0.803

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.
Elaboración: Propia.

En tercer lugar, la Tabla 5 muestra el efecto de un año más de exposición a proyectos culminados de agua potable y saneamiento, condicionado a que el distrito estuvo expuesto al tratamiento. Como se puede apreciar en la referida tabla, la exposición temporal a proyectos culminados de agua potable y saneamiento reduce los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en 0.3 casos por cada 100 menores de cinco años, esto significa que por cada 10 años de exposición a proyectos culminados de agua potable y saneamiento se reducen en 3 casos las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. De manera similar a los dos casos anteriores, se incluyó las variables de control identificadas a fin de comprobar la robustez de las estimaciones, encontrando que los resultados se mantienen robustos ante la inclusión de dichas variables, es decir, que las variables de control incluidas no generan sesgos en el parámetro de interés " ρ ".

Tabla 5: Efecto de exposición temporal sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)

	Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años	
	Sin variables de control	Con variables de control
Exposición (en años)	-0.260*	-0.302**
	(0.149)	(0.147)
Programa Juntos		6.542***
		(1.265)
Vacuna BCG		29.256***
		(2.465)
Vacuna Pentavalente		15.250***
		(3.289)
Vacuna Neumococo		-1.233
		(4.041)
Vacuna Influenza		-3.307
		(2.683)
Porcentaje de Ruralidad		-4.985
		(6.761)
Programa Mi Abrigo FONCODES		-0.435
		(3.467)
Agua+ y otros - FONCODES		-4.275*
		(2.328)
Intercepto	96.936***	71.287***
	(0.512)	(4.164)
Número de observaciones	9,630	9,630
Número de distritos	963	963
R ²	0.797	0.803

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.
Elaboración: Propia.

Finalmente, en la Tabla 6 se muestra el efecto de la inversión per cápita en proyectos culminados por el PNSR por cada S/ 1 000 invertido, condicionado a que el distrito estuvo expuesto al tratamiento. Como se puede apreciar en la referida tabla, por cada S/ 1 000 que se invierta por habitante en proyectos de agua potable y saneamiento, genera una reducción de entre 1.2 y 1.3 casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años. En ese sentido, si el estado invierte S/ 10 000 por habitante, los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años se reducirían entre 12 y 13 casos por cada 100 menores de cinco años. De manera similar a los tres modelos planteados anteriormente, se incluyó las variables de control identificadas, corroborando la robustez de las estimaciones.

Tabla 6: Efecto de la inversión per cápita en proyectos de agua potable y saneamiento sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años (Panel de datos 2010-2019)

	Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años	
	Sin variables de control	Con variables de control
Inversión per cápita (en soles)	-1.338*** (0.324)	-1.196*** (0.323)
Programa Juntos		6.771*** (1.266)
Vacuna BCG		28.350*** (2.474)
Vacuna Pentavalente		15.361*** (3.287)
Vacuna Neumococo		-1.334 (4.039)
Vacuna Influenza		-2.927 (2.684)
Porcentaje de Ruralidad		-3.424 (6.772)
Programa Mi Abrigo -FONCODES		-0.569 (3.465)
Agua+ y otros - FONCODES		-4.472* (2.327)
Intercepto	96.959*** (0.343)	70.431*** (4.149)
Número de observaciones	9,630	9,630
Número de distritos	963	963
R ²	0.798	0.803

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.
Elaboración: Propia.

Por ejemplo, durante el año 2021, el distrito de Los Morochucos que pertenece a la provincia de Cangallo y departamento de Ayacucho, se registraron 50 casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años. Por otro lado, de la información proveída por consulta amigable del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), se obtuvo que el gasto total en el rubro de salud de la municipalidad distrital de los Morochucos durante el año 2021 ascendió a S/ 13,526,253⁶⁹, considerando que el citado distrito cuenta con 8,239 habitantes, el gasto en salud por habitante resulta en S/ 1,642. Finalmente, de acuerdo con los resultados del

⁶⁹ La información fue tomada de la página web de consulta amigable del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

presente documento, que nos indica que por cada S/ 1,000 se reducen entre 1.2 y 1.3 casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años, y considerando que el distrito de Morochucos registra 50 casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por cada 100 menores de cinco años, por regla de tres simples, el PNSR invirtiendo alrededor de S/ 41,000, lograría desaparecer los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en el distrito de Los Morochucos.

2. Resultados de la segunda metodología

En la presente sección se presenta los resultados de las cinco ecuaciones planteadas en el capítulo de la metodología de Callaway y Sant' Anna. Para ello, se definieron los grupos de tratamiento en función al año en que los distritos fueron tratados por primera vez; es decir, desde que el PNSR culminó al menos un proyecto de agua potable y saneamiento, resultando ocho (8) grupos de tratamiento.

Los resultados sugieren que el efecto promedio del tratamiento de todos los grupos que fueron tratados ($ATT(g, t)$) es de -0.676, lo cual es consistente con los resultados encontrados con la metodología de efectos fijos, pues nos indica que el PNSR reduce los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en al menos un (1) caso. Asimismo, el efecto promedio del tratamiento para los grupos que recibieron el tratamiento por primera vez en los años 2013 y 2014 no es el esperado, lo cual sea probablemente explicado por las características socioeconómicas del tipo de distritos intervenidos en estos años; así como, por el tipo de intervenciones que el PNSR implementó en esos años, que en el mayor de los casos fueron mejoramientos, ampliaciones y rehabilitaciones de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Por otro lado, el efecto promedio de tratamiento por periodo de tiempo es de -0.518, lo cual también es consistente con los resultados encontrados con la metodología de efectos fijos, pues nos indica que el efecto del PNSR reduce los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en al menos un (1) caso por año. Cabe precisar que, durante los años 2014, 2015 y 2016, el PNSR no tiene el efecto esperado.

Por último, los resultados también sugieren que desde el primer año que el PNSR culmina al menos un proyecto de agua potable y saneamiento las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años se reducen desde 0.4 casos por cada 100 menores de cinco años en el 2012 hasta 32 casos por cada 100 menores de cinco años en el 2019. Cabe precisar que, durante los años 2013, 2015 y 2017, los resultados no son los esperados, sin embargo, hay que tener en cuenta que es necesario un tiempo de ajuste para que las personas que habitan en distritos beneficiarios cambien sus hábitos de higiene ante la presencia de agua potable y saneamiento (Jaramillo, Lavado y Medina, 2022). Finalmente, se esperaría que a medida que transcurra más tiempo los efectos deberían ser mayores, lo cual constituye parte de la agenda pendiente para las próximas investigaciones.

En general los resultados sugieren que el PNSR tendría un impacto negativo tanto de manera agregada como por cada grupo de tratamiento, en cada periodo de tiempo y a lo largo del tiempo, aunque no significativo estadísticamente en algunos casos⁷⁰, sobre las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, validando la robustez de los resultados encontrados con el modelo de efectos fijos. En el siguiente cuadro se muestran los principales resultados:

⁷⁰ Un análisis profundo y detallado de la falta de significancia para algunos grupos específicos y agregados constituyen parte de la agenda pendiente para futuras investigaciones.

Tabla 7: Estimaciones del efecto del tratamiento agregado del PNSR

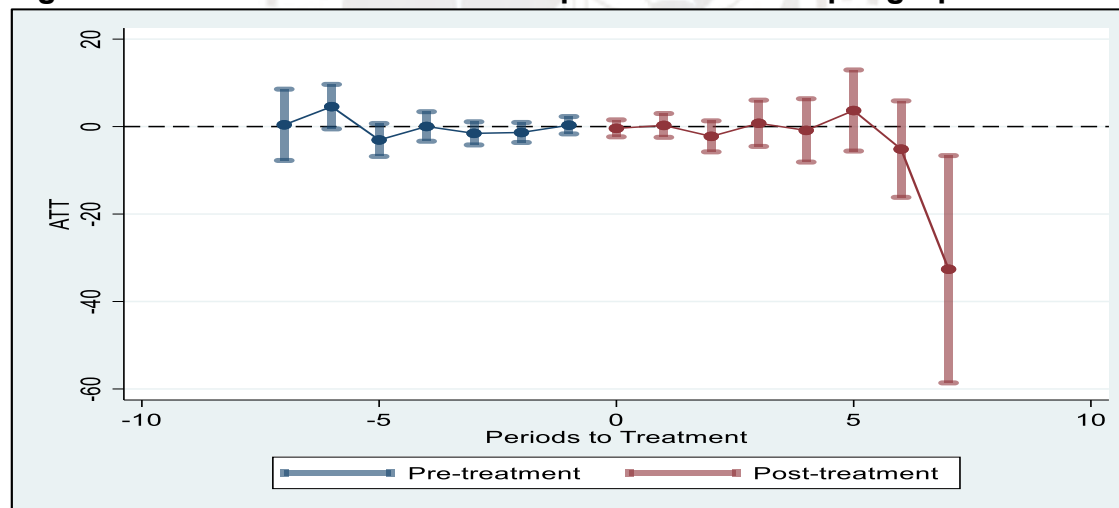
	Parcialmente Agregado								Parámetros Individuales
	g=2012	g=2013	g=2014	g=2015	g=2016	g=2017	g=2018	g=2019	
Group-Specific Effects	-13.212	1.700	4.772*	-3.286	-3.737	-3.970	-1.722	5.779	-0.676
	(12.141)	(2.981)	(2.827)	(3.126)	(2.760)	(3.182)	(3.390)	(5.840)	(1.609)
	t=2012	t=2013	t=2014	t=2015	t=2016	t=2017	t=2018	t=2019	
Calendar Time Effects	-4.216	-0.501	2.152	1.222	0.940	-0.225	-0.032	-3.482	-0.518
	(10.037)	(2.465)	(1.844)	(1.526)	(1.901)	(2.165)	(3.130)	(3.448)	(2.012)
	e=0	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6	e=7	
Event Study	-0.407	0.263	-2.237	0.749	-0.874	3.671	-5.158	-32.623**	-4.577
	(0.990)	(1.391)	(1.811)	(2.701)	(3.695)	(4.731)	(5.625)	(13.259)	(3.036)

Nota: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Las estimaciones se han realizado empleando el método doblemente robusto, el cual estima los estimadores basados en la probabilidad inversa y mínimos cuadrados ordinarios (Sant'Anna and Zhao (2020)). Se utilizó el software Stata, empleando el comando csdid y dripw.

Fuente: MINSA y PNSR.

Elaboración: Propia.

Figura 27: Efectos del tratamiento promedio de tiempo- grupo del PNSR



Fuente: MINSA y PNSR.

Elaboración: Propia.

En el Anexo 16 y 17, se presenta la evolución dinámica del efecto promedio del tratamiento para cada uno de los ocho grupos según el año en el recibió el tratamiento por primera vez. En líneas generales⁷¹, la dinámica del efecto del tratamiento para grupo tratado es decreciente a medida que la duración de la exposición al tratamiento es mayor.

Es importante mencionar que las bandas de confianza amplias que se muestran en la evolución dinámica de cada grupo de tratamiento eran de esperarse en la medida que el subconjunto de datos es relativamente pequeño, sin embargo eso no constituye un problema, es solo un indicador que la incertidumbre de muestreo para el $ATT(g, t)$ es alta. En estos casos, Callaway y Sant'Anna (2021), recomiendan enfocarse en la agregación de $ATT(g, t)$ para estudios de Event Study, tal y como se ha desarrollado en los párrafos anteriores de la presente investigación.

3. Efectos heterogéneos

De acuerdo con Carbajal (2014), los efectos heterogéneos son efectos diferenciados que se dan en subgrupos de una muestra. En ese sentido, a fin de poder encontrar posibles efectos heterogéneos, se vuelve a estimar la regresión que evalúa el impacto de culminar al menos un proyecto de agua potable y saneamiento por el PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, considerando las siguientes variables: i) porcentaje de ruralidad, ii) quintil de pobreza, iii) región natural, iv) continuidad del servicio y v) cobertura de agua potable (la ilustración gráfica se desarrolla en el Anexo 18), para evaluar si el PNSR impacta de forma diferenciada a ciertos grupos de la muestra.

- **Porcentaje de ruralidad:** se analiza el efecto heterogéneo según el porcentaje de ruralidad de cada distrito, debido a que es de esperar que el efecto de culminar al menos un proyecto de agua potable y saneamiento por el PNSR sería mayor en

⁷¹ Para los distritos que fueron tratados por primera vez en los años 2013 y 2014, la dinámica de la evolución del efecto promedio del tratamiento comienza a disminuir a medida que los proyectos culminados por el PNSR empiezan afianzarse, debido principalmente a las características sociales, económicas, culturales, entre otros, propias de este tipo de distritos; así como, al tipo de intervenciones realizadas por el PNSR.

distritos que tenían menor porcentaje de ruralidad antes de la intervención, pues los distritos que se caracterizan por ser más rurales tienen como una de sus principales características el rechazo al uso de nuevas tecnologías de tratamiento al agua potable y eliminación de excretas (BID, 2018). Para ello se dividió la muestra en dos partes, la primera que contiene los distritos con un porcentaje de ruralidad menor al 69% y la segunda contiene los distritos con un porcentaje de ruralidad mayor o igual al 69%. Cabe precisar que el umbral considerado representa la mediana del porcentaje de ruralidad (variable exógena), estimado en base a la información de la población por área de residencia y distrito del Censo del año 2007 (antes del tratamiento).

Tabla 8: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años según porcentaje de ruralidad (Panel de datos 2010-2019)

	Menor a 69%		Mayor o igual a 69%	
	Sin control	Con control	Sin control	Con control
PNSR	-3.034*	-2.978*	-0.255	-0.885
	(1.652)	(1.636)	(1.303)	(1.284)
Programa Juntos		4.948***		6.671***
		(1.860)		(1.726)
Vacuna BCG		26.312***		30.280***
		(3.633)		(3.309)
Vacuna Pentavalente		8.891*		20.329***
		(5.135)		(4.081)
Vacuna Neumococo		7.930		-10.578**
		(6.234)		(5.080)
Vacuna Influenza		-3.048		-3.163
		(4.013)		(3.503)
Porcentaje de ruralidad		-8.690		-5.374
		(11.242)		(8.766)
Programa Mi Abrigo -FONCODES		0.975		-1.707
		(5.894)		(3.976)
Agua+ y otros - FONCODES		-3.111		-4.352*
		(4.396)		(2.507)
Intercepto	103.509***	79.853***	90.153***	66.705***
	(0.760)	(5.009)	(0.658)	(6.914)
Número de observaciones	4,800	4,800	4,830	4,830
Número de distritos	480	480	483	483
R ²	0.800	0.804	0.792	0.799

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Elaboración: Propia.

Los resultados mostrados en la tabla anterior muestran que los distritos que contaban, con un porcentaje de ruralidad menor al 69%, el efecto de la intervención del PNSR

resulta estadísticamente significativo y con el signo esperado. Sin embargo, para los distritos que contaban con un porcentaje de ruralidad superior al 69%, el efecto resulta no significativo estadísticamente, lo cual podría deberse principalmente a las características geográficas, institucionales y socioeconómicas propias de este tipo de distritos, que por lo general se caracterizan por la dispersión de sus viviendas, la lejanía de sus autoridades, por tener en la agricultura su actividad principal (la cual les genera bajos ingresos y largas horas de trabajo); así como, por el rechazo en el uso de nuevas tecnologías de tratamiento al agua potable y eliminación de excretas (debido a las costumbres y creencias de las comunidades rurales) (BID, 2018). Finalmente, es importante que, para lograr un impacto significativo en este tipo de comunidades rurales, se realice un adecuado uso de los sistemas de agua potable y saneamiento; así como, la generación de hábitos de higiene adecuados (Mendoza y Arteaga, 2021). Cabe precisar que los resultados encontrados se mantienen robustos ante la incorporación de variables de control.

- **Quintil de pobreza:** Diferentes autores como Brown et al (2020), señalan que los hogares más pobres tienen poca o ninguna capacidad de protegerse de las infecciones respiratorias, debido a que es más probable que no cuenten con acceso a agua potable, especialmente en las zonas rurales, y por lo tanto se convierten en probables incubadoras de propagación de virus respiratorios, ante la imposibilidad de implementar medidas como el lavado frecuente de manos ante la ausencia de agua en sus viviendas.

Considerando además que las intervenciones del PNSR tienen como uno de sus criterios la inclusión social, priorizando a los centros poblados más pobres, se ha considerado importante analizar de manera diferenciada el impacto del PNSR. Por lo tanto, se esperaría que el efecto de culminar al menos un proyecto de agua potable y saneamiento por el PNSR sea mayor en aquellos distritos con mayor nivel de pobreza. Por ello se dividió la muestra en quintiles de pobreza, donde el primer quintil agrupa a los más pobres, mientras que el quinto quintil a los menos pobres. Cabe precisar que

los quintiles de pobreza fueron construidos empleando el Mapa de Pobreza Monetaria Distrital del año 2013⁷², elaborado por el INEI.

Los efectos heterogéneos encontrados, sugieren que los distritos que se encuentran en el primer y segundo quintil más pobre, el efecto del PNSR no resulta significativo. Para ello es importante tener en cuenta que los distritos con mayor incidencia de pobreza monetaria se caracterizan por ser mayormente rurales y como se mencionó anteriormente para generar un impacto en este tipo de distritos, dado sus características, se requiere adicionalmente promover el uso adecuado de los sistemas y hábitos de higiene saludables.

Adicionalmente, Gutiérrez, C. (2020) señala que si bien la falta de agua potable segura y la ausencia de un sistema de eliminación de excretas adecuada en los distritos más pobres es una de las principales causas de la mortalidad infantil; sin embargo, existen además otros factores como la desnutrición, no acceso a una educación de calidad, el ausentismo escolar, el trabajo infantil, entre otros. Por lo tanto, en los distritos con mayor incidencia de pobreza, se deben hacer esfuerzos importantes para articular las políticas sectoriales, a fin de lograr efectos que redunden en la mejora de la calidad de vida de la población más vulnerable.

Por otro lado, para el tercer, cuarto y quinto quintil de pobreza monetaria, los resultados muestran el efecto negativo esperado, pero este efecto negativo sólo resulta estadísticamente significativo para el cuarto quintil de pobreza. Cabe precisar que los resultados encontrados se mantienen robustos ante la incorporación de variables de control.

⁷² “La medición monetaria utiliza el gasto como indicador de bienestar, el cual está compuesto por las compras, el autoconsumo, el autosuministro, los pagos en especies, las transferencias de otros hogares y las donaciones públicas” (INEI,2017, p.41). Se ha considerado el Mapa de Pobreza Monetaria del año 2013, por ser el más cercano al año de inicio del tratamiento (2012).

Tabla 9: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por quintil de pobreza (Panel de datos 2010 -2019)

	Primer Quintil		Segundo Quintil		Tercer quintil		Cuarto quintil		Quinto quintil	
	SVC	CVC	SVC	CVC	SVC	CVC	SVC	CVC	SVC	CVC
PNSR	1.059 (1.846)	0.951 (1.808)	0.261 (1.663)	-0.514 (1.641)	-1.096 (2.434)	-1.617 (2.409)	-9.447** (4.021)	-9.127** (4.036)	-2.452 (3.398)	-1.520 (3.353)
Programa Juntos		10.416*** (2.575)		0.134 (1.935)		5.994** (2.690)		7.407 (6.347)		19.874*** (4.352)
Vacuna BCG		35.349*** (4.845)		21.151*** (3.942)		31.691*** (5.697)		18.400* (10.535)		18.405** (7.448)
Vacuna Pentavalente		35.149*** (5.659)		5.455 (5.105)		8.373 (7.990)		7.147 (18.579)		-14.462 (9.922)
Vacuna Neumococo		-36.554*** (7.182)		18.783*** (6.326)		12.898 (9.408)		10.019 (19.945)		9.977 (12.373)
Vacuna Influenza		5.491 (4.873)		-14.008*** (4.310)		-8.361 (6.122)		-0.103 (10.601)		17.900** (7.763)
Porcentaje de ruralidad		-7.534 (14.175)		-29.885** (12.011)		23.212* (14.021)		23.745 (29.593)		-22.750 (18.207)
Programa Mi Abrigo - FONCODES		6.143 (5.388)		-3.186 (5.286)		-4.530 (7.349)		26.997 (27.006)		
Agua+ y otros - FONCODES		0.595 (3.490)		-9.495*** (3.496)		6.766 (6.111)		-5.154 (29.220)		-8.600 (7.863)
Intercepto	88.979*** (0.941)	58.883*** (10.180)	87.649*** (0.834)	88.044*** (7.835)	103.199*** (1.165)	58.985*** (8.588)	111.175*** (2.026)	76.087*** (15.147)	113.058*** (1.428)	103.356*** (7.526)
Número de observaciones	2,740	2,740	2,740	2,740	1,960	1,960	952	952	1,000	1,000
Número de distritos	274	274	274	274	196	196	119	119	100	100
R ²	0.722	0.734	0.796	0.803	0.845	0.850	0.808	0.811	0.840	0.847

(*) SVC: Sin variables de control.

CVC: Con variables de control.

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Elaboración: Propia.

Región Natural: de acuerdo con Xu, Z., Hu, W., y Tong, S. (2014) las infecciones respiratorias agudas ocurren con mayor frecuencia durante la temporada de invierno, por lo que hay que tener especial cuidado con las personas vulnerables por edad y aquellos que presente enfermedades respiratorias preexistentes. En ese sentido, el Ministerio de Salud (2005), señala que el friaje y las heladas afecta a la salud de la población, dado que tiene el efecto de aumentar los casos de infecciones respiratorias agudas sobretodo en la población más vulnerable (menores de cinco años y adultos mayores de 60 años). Respecto a las heladas, ocurre en la sierra generando que las temperaturas desciendan por debajo de los 0° (SENAMHI, 2021). En este punto, el Ministerio de Desarrollo e inclusión Social (2017), señala que la población que habita entre los 2,500 y 3,500 m.s.n.m, es afectada cada año por las heladas. A diferencia de las heladas, el friaje genera un descenso brusco de la temperatura y lluvias intensas en la selva entre los meses de mayo a setiembre (SENAMHI, 2021).

En ese sentido con el objetivo de identificar posibles efectos diferenciados considerando el clima y la altitud donde se ubica el distrito, se divide la muestra en tres grupos según la región natural donde se ubica el distrito. Para ello la variable región natural, se construyó tomando en consideración la información de los centros poblados por región natural según piso altitudinal⁷³ proporcionada por el Censo Nacional del año 2017, en estricto se consideró el piso altitudinal más frecuente por cada distrito, y se agrupo en las tres regiones naturales: Selva, costa y sierra (Pulgar, 2014).

⁷³ Costa o Chala: Se ubica entre los 0 y 500 m.s.n.m.

Yunga: Se ubica entre los 500 y 2300 m.s.n.m.

Quechua: Se ubica entre los 2,300 y 3,500 m.s.n.m.

Suni o Jalca: Se ubica entre los 3,500 y 4,000 m.s.n.m.

Puna: Se ubica entre los 4,000 y 4,800 m.s.n.m.

Janca o Cordillera: Se ubica entre los 4,800 m.s.n.m y 6,768 m.s.n.m.

Selva alta o Rupa Rupa: Se ubica entre los 400 y 1000 m.s.n.m.

Selva baja u Omagua: Se ubica entre los 80 y 400 m.s.n.m.

Tabla 10: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por región natural (Panel de datos 2010-2019)

	Selva		Costa		Sierra	
	Sin control	Con control	Sin control	Con control	Sin control	Con control
PNSR	-1.079 (2.455)	-0.599 (2.487)	-1.182 (3.547)	-1.470 (3.563)	-2.120* (1.201)	-2.948** (1.184)
Programa Juntos		7.397*** (2.592)		-7.901 (5.228)		6.625*** (1.544)
Vacuna BCG		10.128 (6.551)		0.164 (8.029)		31.247*** (2.835)
Vacuna Pentavalente		-13.780 (8.840)		12.286 (12.660)		18.882*** (3.748)
Vacuna Neumococo		21.724** (9.963)		-13.950 (15.890)		-3.630 (4.628)
Vacuna Influenza		-9.574 (6.031)		8.327 (8.966)		-2.716 (3.106)
Porcentaje de ruralidad		-36.845** (15.791)		-24.558 (21.409)		6.209 (7.917)
Programa Mi Abrigo - FONCODES		-		-		1.379 (3.507)
Agua+ y otros - FONCODES		-6.611 (7.463)		-8.578 (8.837)		-3.545 (2.643)
Intercepto	100.122*** (1.219)	107.578*** (10.286)	103.854*** (1.608)	108.297*** (8.638)	95.448*** (0.587)	61.680*** (5.029)
Número de observaciones	1,269	1,269	610	610	7,610	7,610
Número de distritos	141	141	61	61	761	761
R ²	0.855	0.858	0.810	0.812	0.795	0.802

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Elaboración: Propia.

Los efectos heterogéneos encontrados sugieren que los distritos que se ubican en la región natural de la sierra, el efecto del PNSR resulta estadísticamente significativo y con el signo esperado, mientras que para los distritos que se sitúan en las regiones naturales de la selva y la costa, los resultados tienen el signo esperado, pero resultan no significativos estadísticamente, esto puede deberse al tamaño de la muestra que no

permite revelar cambios, originado por la poca intervención del PNSR en estas regiones. Cabe precisar que los resultados encontrados se mantienen robustos ante la incorporación de variables de control.

- Calidad del servicio:** Otro efecto heterogéneo que se consideró importante analizar es la calidad del servicio medida por la continuidad del servicio de agua potable. De acuerdo con la UNICEF (2007), la disponibilidad del agua potable no es suficiente, sino que además de ser accesible y asequible, lo que implica contar con una disponibilidad de por lo menos 12 horas/día y ser de fácil acceso. Por ello se ha considerado importante analizar de manera diferenciada el impacto del PNSR. En ese sentido se esperaría que el efecto de culminar al menos un proyecto de agua potable y saneamiento por el PNSR sea mayor en distritos que tenían antes de la intervención una mala calidad del servicio medida por la cantidad de horas al día que tienen el servicio de agua. A fin de realizar en análisis se dividió la muestra en dos partes, la primera conformada por los distritos que tenían antes de la intervención (Censo 2007) menos de 4 horas/día de servicio y la segunda por los distritos que tenían mayor o igual a 4 horas/día de servicio. El umbral elegido corresponde a la mediana de la continuidad del servicio de agua potable (horas promedio al día), estimada con la información de Censo del año 2007 (antes del tratamiento).

Tabla 11: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años según calidad de servicio de agua potable (Panel de datos 2010-2019)

	Menor a 4 h/d		Mayor o igual a 4 h/d	
	Sin control	Con control	Sin control	Con control
PNSR	-2.974*	-3.865**	-1.063	-0.704
	(1.670)	(1.648)	(1.311)	(1.294)
Programa Juntos		7.067***		5.604***
		(1.938)		(1.629)
Vacuna BCG		38.689***		21.191***
		(3.986)		(3.010)
Vacuna Pentavalente		9.029*		21.755***
		(5.071)		(4.207)
Vacuna Neumococo		4.852		-8.132
		(6.102)		(5.294)

	Menor a 4 h/d		Mayor o igual a 4 h/d	
Vacuna Influenza		-4.568		-1.486
		(4.001)		(3.570)
Porcentaje de ruralidad		-7.407		-2.424
		(10.210)		(8.825)
Programa Mi Abrigo -FONCODES		-2.739		2.109
		(5.468)		(4.324)
Agua+ y otros - FONCODES		-2.534		-5.320*
		(3.831)		(2.800)
Intercepto	101.905***	74.675***	92.357***	68.252***
	(0.804)	(6.236)	(0.634)	(5.479)
Número de observaciones	4,670	4,670	4,960	4,960
Número de distritos	467	467	496	496
R ²	0.785	0.792	0.811	0.817

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Elaboración: Propia.

Los efectos heterogéneos encontrados, sugieren que los distritos que contaban con menos de 4 h/d, el impacto del PNSR resulta estadísticamente significativo y con el signo esperado; mientras que, para distritos que contaban con más de 4 h/d el impacto no resulta significativo estadísticamente. Cabe precisar que los resultados encontrados se mantienen robustos ante la incorporación de variables de control.

- **Cobertura de agua potable:** Otro aspecto importante que se ha analizado es la cobertura de agua potable. Como mencionó Brown et al (2020), los hogares que no cuentan con acceso a agua potable tienen poca o ninguna capacidad de protegerse de las infecciones respiratorias. Por ello se ha considerado importante analizar de manera diferenciada el impacto del PNSR. En ese sentido se espera que el efecto de culminar al menos un proyecto de agua potable y saneamiento por el PNSR sea mayor en distritos que tenían un bajo nivel de cobertura antes de la intervención. Para ello se dividió la muestra en dos partes, la primera conformada por los distritos con un porcentaje de cobertura de agua potable menor a 38% y la segunda conformada por los distritos con un porcentaje de cobertura de agua potable superior o igual a 38%. El umbral elegido, corresponde a la mediana de la cobertura de agua potable de acuerdo con el Censo Nacional del año 2007 (antes del tratamiento).

Tabla 12: Efectos de las intervenciones del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años según cobertura de agua potable (Panel de datos 2010-2019)

	Menor al 38%		Mayor o igual al 38%	
	Sin control	Con control	Sin control	Con control
PNSR	-2.464*	-2.658*	-0.988	-1.171
	(1.410)	(1.379)	(1.567)	(1.549)
Programa Juntos		10.617***		2.010
		(1.677)		(1.878)
Vacuna BCG		33.641***		23.927***
		(3.577)		(3.426)
Vacuna Pentavalente		14.935***		18.415***
		(4.224)		(5.065)
Vacuna Neumococo		5.827		-11.435*
		(5.214)		(6.195)
Vacuna Influenza		-16.680***		10.675***
		(3.531)		(4.010)
Porcentaje de ruralidad		-44.369***		21.793**
		(9.645)		(9.718)
Programa Mi Abrigo - FONCODES		-5.511		5.421
		(4.398)		(5.392)
Agua+ y otros - FONCODES		-5.048*		-2.900
		(2.934)		(3.655)
Intercepto	91.566***	87.148***	102.277***	66.748***
	(0.709)	(6.538)	(0.725)	(5.402)
Número de observaciones	4,830	4,830	4,800	4,800
Número de distritos	483	483	480	480
R ²	0.777	0.788	0.810	0.815

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.
Elaboración: Propia.

Los resultados encontrados sugieren que los distritos que contaban con una cobertura de agua potable inferior al 38%, el impacto del PNSR resulta estadísticamente significativo y con el signo esperado, en tanto que para los distritos que contaban con una cobertura de agua potable superior al 38%, el efecto resulta no significativo estadísticamente, pero con el signo esperado. Los resultados encontrados se mantienen robustos ante la inclusión de variables de control.

4. Robustez de las estimaciones

En el presente apartado se realizan algunas pruebas de robustez a la regresión que estima el efecto de los proyectos culminados por el PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. Para ello, siguiendo Pischke (2005), se estima una regresión incluyendo la variable rezagada del tratamiento ($PNSR_{(-1)}$), lo que debería esperarse es que el coeficiente de la variable de tratamiento rezagada sea estadísticamente igual a cero, lo que precisamente se encuentra, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13: Efecto del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, considerando rezago y adelanto del tratamiento (Panel de datos 2012-2019)

	Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años
PNSR (0)	0.363 (0.995)
PNSR (-1)	-1.469 (1.001)
Programa Juntos	5.917*** (1.696)
Vacuna BCG	21.036*** (2.861)
Vacuna Pentavalente	6.809 (4.179)
Vacuna Neumococo	5.477 (4.690)
Vacuna Influenza	-7.197*** (2.673)
Porcentaje de ruralidad	-6.101 (6.286)
Programa Mi Abrigo -FONCODES	-0.105 (3.148)
Agua+ y otros - FONCODES	-6.115 (4.068)
Intercepto	80.316*** (4.252)
Número de observaciones	7,704
Número de distritos	963
R2	0.856

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.
Elaboración: Propia.

Adicionalmente, de acuerdo con Dasso et al. (2015), otra forma de comprobar la robustez de las estimaciones encontradas consiste en realizar regresiones de corte transversal entre la variable de resultado y un indicador de tratamiento futuro, para los años previos a la intervención. Para fines de la presente investigación, se estimaron tres regresiones independientes, donde los indicadores de tratamiento futuro son los distritos tratados y no tratados correspondientes a los años 2012, 2015 y 2019. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 14: Efecto del PNSR sobre los casos de infecciones respiratorias en menores de cinco años en el año 2011 (previo al tratamiento)

	Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años		
	Tratamiento – 2012	Tratamiento – 2015	Tratamiento – 2019
PNSR	3.086 (13.484)	1.673 (3.142)	-3.089 (5.450)
Programa Juntos	-16.520*** (3.483)	-16.471*** (3.484)	-16.490*** (3.483)
Vacuna BCG	-71.203*** (9.566)	-71.384*** (9.560)	-70.711*** (9.611)
Vacuna Pentavalente	78.976*** (13.617)	79.269*** (13.594)	78.637*** (13.623)
Vacuna Neumococo	198.924*** (19.059)	199.058*** (19.048)	198.616*** (19.039)
Vacuna Influenza	-100.732*** (18.341)	-100.609*** (18.340)	-100.957*** (18.343)
Porcentaje de ruralidad	-4.566 (7.350)	-4.934 (7.387)	-4.050 (7.364)
Agua+ y otros - FONCODES	-8.681* (4.434)	-8.754** (4.432)	-8.683* (4.432)
Intercepto	41.457*** (8.108)	40.758*** (8.197)	44.068*** (9.363)
Número de distritos y observaciones	963	963	963
R2	0.260	0.260	0.260

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Elaboración: Propia.

Los resultados demuestran que no existe diferencias estadísticamente significativas en los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años entre los distritos tratados y no tratados, antes de la intervención, lo que sugiere que los resultados

encontrados no están siendo impulsados por las diferencias que varían en el tiempo antes del tratamiento, lo cual comprueba una vez más la robustez de las estimaciones (ver Anexo 19).

Por otro lado, Jaramillo, Lavado y Medina (2022), consideran una prueba de robustez adicional que consiste en seleccionar una variable exógena no afectada por la intervención y considerarla como variable dependiente. Se esperaría que el tratamiento no presente efectos estadísticamente significativos sobre la nueva variable dependiente exógena, si eso sucede se comprobaría la robustez de las estimaciones. Para ello siguiendo a los autores mencionados, se seleccionaron dos variables de control que asumen el papel de variable dependiente, las cuales son: i) cobertura de la vacuna que protege de la enfermedad de la tuberculosis (BCG), este tipo de vacuna se aplica a los recién nacidos en dosis única, y protege contra las formas más severas de la tuberculosis, y ii) cobertura de la vacuna pentavalente, este tipo de vacuna se aplica a los dos meses de nacido, y protege contra la difteria, tétanos, tos ferina, neumonía y meningitis por Haemophilus tipo b. Los resultados encontrados nos indican que efectivamente el efecto del PNSR en la cobertura de vacunación de BCG y pentavalente no resulta estadísticamente significativo, lo cual valida los resultados desarrollados en la presente investigación. Es de esperar que el PNSR no tenga impacto en la cobertura de vacunación de la BCG y pentavalente, pues de acuerdo con el programa de inmunizaciones del MINSA todos los menores de un año deberían recibir este tipo de vacunas al nacer y a los dos meses, así como sus refuerzos de ser el caso, independientemente si el PNSR culmina o no al menos un proyecto de agua y alcantarillado.

Tabla 15: Resultados de la prueba de cambio de la variable dependiente por una variable exógena (Panel de datos 2010-2019)

	Vacuna BCG		Vacuna Pentavalente	
	Sin variables de control	Con variables de control	Sin variables de control	Con variables de control
PNSR	0.003 (0.005)	0.003 (0.005)	0.010 (0.007)	0.011 (0.007)
Programa Juntos	0.518***	0.013**	-	0.003

	Vacuna BCG		Vacuna Pentavalente	
	Sin variables de control	Con variables de control	Sin variables de control	Con variables de control
	(0.002)	(0.006)	-	(0.008)
Porcentaje de ruralidad	-	-0.072**	-	0.077*
		(0.030)	-	(0.045)
Programa Mi Abrigo - FONCODES	-	-0.002	-	0.038*
		(0.015)	-	(0.023)
Agua+ y otros - FONCODES	-	0.011	-	-0.051***
		(0.010)	-	(0.015)
Intercepto	-	0.545***	0.730***	0.695***
		(0.017)	(0.003)	(0.025)
Número de observaciones	9,630	9,630	9,630	9,630
Número de distritos	963	963	963	963
R2	0.849	0.849	0.512	0.513

Nota: Entre paréntesis se muestra los errores estándar clusterizados por distrito. Las regresiones han sido trabajadas con el software econométrico Stata empleando el comando reghdfe. Los niveles de significancia son: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.
Elaboración: Propia.

Conclusiones

El presente estudio realizó la evaluación de impacto del PNSR sobre las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en un contexto del rápido crecimiento de la cobertura de agua potable y saneamiento en el ámbito rural, evidenciándose la importancia del acceso a agua potable y saneamiento de calidad en la reducción de casos de este tipo de infecciones. Los resultados encontrados con las metodologías empleadas a partir del uso de datos de panel para los años 2010 -2019, sugieren que los proyectos de agua potable y saneamiento culminados por el PNSR disminuyen los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años entre 1 y 2.2 casos por cada 100 menores de cinco años, respecto a los distritos no intervenidos por el PNSR.

Por otro lado, se analizó el efecto según la cantidad (intensidad) de los proyectos culminados encontrando que cada proyecto adicional culminado por el PNSR reduce las infecciones respiratorias agudas en 0.3 casos por cada 100 menores de cinco años, esto

quiere decir, que por cada 10 proyectos culminados por el PNSR se reducen en tres casos las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años.

Asimismo, se analizó el efecto de la exposición temporal evidenciándose que por cada año adicional en que un distrito tenga proyectos culminados por el PNSR las infecciones respiratorias agudas se reducen en 0.3 casos por cada 100 menores de cinco años, esto significa que por cada 10 años de exposición a proyectos de agua potable y saneamiento se reducen en promedio 3 casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años. Otro resultado encontrado sugiere que por cada S/ 1 000 per cápita invertido por el PNSR, los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años se reducen entre 1.2 y 1.3 casos.

Adicionalmente, se encontró que para que las intervenciones realizadas por el PNSR tengan el impacto esperado en los distritos más pobres y rurales, se debe tener en cuenta las características de ruralidad (el tamaño, número y dispersión de las localidades es mayor que en las zonas urbanas), geográficas (características topográficas, distribución geográfica, la lejanía de sus autoridades para la demanda de servicios de calidad, el difícil acceso, entre otros) y socioeconómicas (costumbres, creencias, pobreza monetaria, largas horas de trabajo y migración).

Cabe resaltar que se evidenció que los impactos de las intervenciones del PNSR en la región natural de la sierra resultan significativos y con el signo esperado, reduciendo los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años en aproximadamente 3 casos por cada 100 menores de cinco años, mientras que las regiones naturales de la costa y la selva, los resultados no resultaron significativos, lo cual no significa necesariamente que el PNSR no haya tenido el efecto de reducir las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, sino que esto puede deberse al tamaño de la muestra que no permite detectar variabilidad.

Por último, se evidenció que el PNSR solo ha tenido efectos negativos y estadísticamente significativos en los distritos que registraban antes del tratamiento menor nivel de

cobertura de agua potable y mala calidad del servicio en términos continuidad horas por día, contribuyendo a que la población beneficiaria acceda a agua potable segura en cantidades suficientes y de manera continua para su uso personal y doméstico; así como, a un adecuado sistema de disposición de excretas.

Recomendaciones

La importancia que el acceso a agua potable y saneamiento tiene sobre el bienestar de la población es evidente, debido al amplio espectro de efectos positivos que tiene el acceso y uso de estos servicios. Menores que viven en hogares sin acceso a agua potable y saneamiento, tienden a enfermarse más, lo que se traduce en ausentismo a las escuelas, afectando su desarrollo intelectual, disminuyendo sus posibilidades de insertarse en el mercado laboral y de esta manera poder mejorar nivel de vida de las personas y su entorno.

Por ello es importante, tener presente que la falta de agua potable y saneamiento está relacionado con la presencia de varios padecimientos como las enfermedades diarreicas agudas, parasitarias, metaxénicas, oculares y las infecciones respiratorias agudas, a fin de que se prioricen las inversiones que contribuya al cierre de brechas tanto en el área urbana como rural, pero además es necesario que se realice el seguimiento de la ejecución de las inversiones y se le dé la sostenibilidad adecuada para garantizar que se preste un servicio básico de calidad.

Cabe resaltar que a fin de garantizar el impacto sostenible de las intervenciones en agua potable y saneamiento en el área rural, y aumentar su magnitud, el diseño y la implementación de estas intervenciones deben hacer frente a retos adicionales respecto al área urbana. Estos retos están relacionados a factores institucionales, geográficos y socioeconómicos, en ese sentido es importante que se establezcan políticas públicas específicas que potencie el rol de las municipalidades, gobiernos regionales y de los prestadores comunitarios, dotándolas del presupuesto necesario para atender necesidades de reparaciones, mejoramientos y ampliaciones de los sistemas de agua potable y saneamiento; así como, del suficiente personal capacitado y especializado, que

realice la operación y mantenimiento de los sistemas de manera adecuada. Además se requiere el involucramiento en la gestión de los sistemas de agua potable y saneamiento, y la adopción de buenas prácticas de higiene. Asimismo, se deben generar las condiciones económicas para el desarrollo rural, atrayendo la inversión privada a las ciudades intermedias que tengan gran interacción con las zonas rurales; promover el uso de tecnologías de agua potable y saneamiento adecuadas para las zonas rurales, y garantizar la sostenibilidad de las inversiones existentes y la disponibilidad de los recursos hídricos.

En este contexto, el estado a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) implementó en el año 2012 el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) con el objetivo de incrementar la cobertura y calidad del agua potable y saneamiento, y garantizar la sostenibilidad a los referidos servicios en el ámbito rural, interviniendo a la fecha en más del 57% del total de distritos, generando efectos positivos a los distritos beneficiarios del programa, reduciendo la incidencia de las enfermedades diarreicas agudas y las parasitarias, principalmente. Acorde a los resultados de la presente investigación se recomienda que el PNSR incluya en su diseño a las infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años como condición de interés, toda vez que se ha demostrado el impacto del aumento de la cobertura de agua potable y saneamiento sobre este tipo de infección respiratorias.

Asimismo, es importante que el estado articule y/o complemente las políticas públicas sectoriales (saneamiento, educación, salud, vivienda, entre otros) a fin de generar y potenciar los efectos significativos en la mejora de la calidad de vida de la población más pobre. Finalmente, es importante poner en agenda el rol multidimensional y transversal del agua potable y saneamiento.

Referencias bibliográficas

- Andrés, A., Kullmann, C., Srivastava, V. y Skoufias, E (2017). Reducing Inequalities in Water Supply, Sanitation, and Hygiene in the Era of the Sustainable Development Goals. World Bank Group.
- AQUAFONDO. (2013). *Lima, mega ciudad en el desierto. Módulo para la creación de materiales de difusión sobre el problema hídrico en Lima y Callao*. Recuperado de <https://aquafondo.org.pe/>.
- Juodis, A., Y. Karavias, and V. Sarafidis. (2021). A homogeneous approach to testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Empirical Economics* 60: 93–112.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2013). *Mujeres y niños asumen el costo del acarreo de agua*. BID Mejorando vidas.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *Ejecutar proyectos de agua y saneamiento en el sector rural Retos y desafíos en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://www.iadb.org/es>.
- Brichetti, J.P; Mastronardi, L; Rivas Amiassorho, M.E., Serebrisky, T. y B. Solís (2021). La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe. Estimación de las necesidades de inversión para progresar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030. Banco Interamericano de Desarrollo. Monografía 962.
- Bradley D, (1977). Health aspects of water supplies in tropical countries, In Feachem R, McGarry M and Mara D, *Water, wastes and health in hot climates*, John Wiley and Sons, Chichester, UK, pp 3-17.
- Carrasco, F. (2013). Impacto del consumo de agua potable sobre la salud de los hogares del Perú. 4(2). *Comuni@cción: Revista De Investigación En Comunicación Y Desarrollo*, 4(2), 38–52.
- Carbajal, M. (2014). Evaluación de impacto del saneamiento en el Perú. Documento de Trabajo 01- 2014. SUNASS.
- Caitlin S. Brown, Martin Ravallion, y Dominique van de Walle (2020). Can the world's poor protect themselves from the new coronavirus? *National bureau of economic research*, 1-23.
- Callaway, Brantly and Sant'Anna y Pedro H. C. (2020). Difference-in-Differences with multiple time periods, *Journal of Econometrics*, 225(2), 200-230.
- Comisión Económica para América Latina (CEPAL). (2013). *La pobreza rural en América Latina: Lecciones para una reorientación de las políticas, Chile*. Recuperado de <https://www.cepal.org/es>.

- Dasso, R., Fernández, F., and Ñopo, H. (2015). Electrification and Educational Outcomes in Rural Peru. IZA Discussion Paper N°. 892.
- Duflo, E.; Glennerster, R. and Kremer, M. (2006): "Using Randomization in Development Economics Research: A Toolkit"; National Bureau of Economic Research, Technical Working Paper 333, December 2006.
- Fund, I., y Cairncross, S. (2006). Effectiveness of handwashing in preventing SARS: a review. *Tropical Medicine and International Health*, (11), 1749-1748.
- Freeman, M., Garn, J., Boisson, G. S., Medlicott, K., Alexander, K., Penakalapati, G., . . . Clasen, T. (2017). The impact of sanitation on infectious disease and nutritional status: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*.
- Granger, C. W. J. 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica* 37(3): 424–438. <http://www.jstor.org/stable/1912791>.
- Galiani, S., Gertler, P. y Schargrodsky, E. (2005). Water for Life: The Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality. *Journal of Political Economy*, 113(1), pp.83-120.
- Gavidia, T., Pronczuk, J., y Sly, P. (2009): Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños. Carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente. *Rev Chil Enf Respir* 2009; 25, 99-108.
- Galdo, V. y Briceño, B. (2011). Evaluating the Impact on Child Mortality of a Water Supply and Sewerage Expansion in Quito. *Is Water Enough?* IDB Publications (Working Papers) 2833, Inter-American Development Bank.
- Graham, J. P., & Polizzotto, M. L. (2013). Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review. *Environmental Health Perspectives*, Volume 121 (.). Retrieved from https://hsrc.himmelfarb.gwu.edu/sphhs_enviro_facpubs/36
- Gómez-Lobo, A., Gutiérrez, M., Huamaní, S., Marino, D., Serebrisky, T., y Solís, B. (2022). Acceso al agua y COVID-19: Un estudio de regresión discontinua para áreas periurbanas de Lima Metropolitana, Perú. Documento de Trabajo del BID N° IBD-WP-01351.
- Gutierrez, C. (2020). *Perú: Formas de Acceso al agua y saneamiento básico*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>.
- Hennessy, T., Ritter, T., Holman, R., Bruden, D., Yorita, K., Bulkow, L., . . . , Smith, J. (2008): The Relationship In – Home Water Service and the Risk of Respiratory Tract, Skin, and Gastrointestinal Tract Infections.

- Howard, Guy & Bartram, Jamie (2003). Domestic Water Quantity, Service Level and Health. World Health Organization. WHO press, Geneva, Switzerland.
- INEI (2007). Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda. Lima, Perú.
- INEI (2017). Censo Nacional XIII de Población, VIII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Lima, Perú.
- INEI (2017). Informe Técnico: Evolución de la Pobreza Monetaria 2007-2016. Lima, Perú.
- INEI. (2021). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar ENDES 2021 Nacional y Departamental*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>.
- INEI. (2021). *Series anuales de indicadores principales de la ENDES 1986-2017*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>.
- INEI (2020). *Evolución de la Pobreza Monetaria 2007-2016 Informe Técnico*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>.
- INEI (2011). *Enfermedades prevalentes de la infancia y su tendencia en los últimos diez años en el Perú*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>.
- INEI (2017). Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2013. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>
- INEI (2013). Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2018. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>.
- Jadhav, A., Weitzman, A., & Smith-Greenaway, E. (2016). Household sanitation facilities and women's risk of non-partner sexual violence in India. *BMC Public Health*.
- Jaramillo, A., Lavado, P, y Medina, P. (2022). Impacto del régimen especial de la pequeña empresa en la informalidad laboral. Documento de trabajo N°1-2022. Consejo Privado de Competitividad.
- Marino, D. (2020). Impacto de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado sobre los logros educativos en el Perú (tesis de postgrado). Universidad del Pacífico (Escuela de Postgrado), Lima, Perú.
- MIDIS (2017). *Evaluación de Impacto de la primera fase de “Mi Abrigo” – Línea de base. Informe de evaluación*. Recuperado de <https://www.gob.pe/midis>.
- MIDIS (2022). *Evaluación de impacto de corto plazo de la primera fase de Mi Abrigo*. Recuperado de <https://www.gob.pe/midis>.
- Montero. R (2005): Test de Hausman. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España.

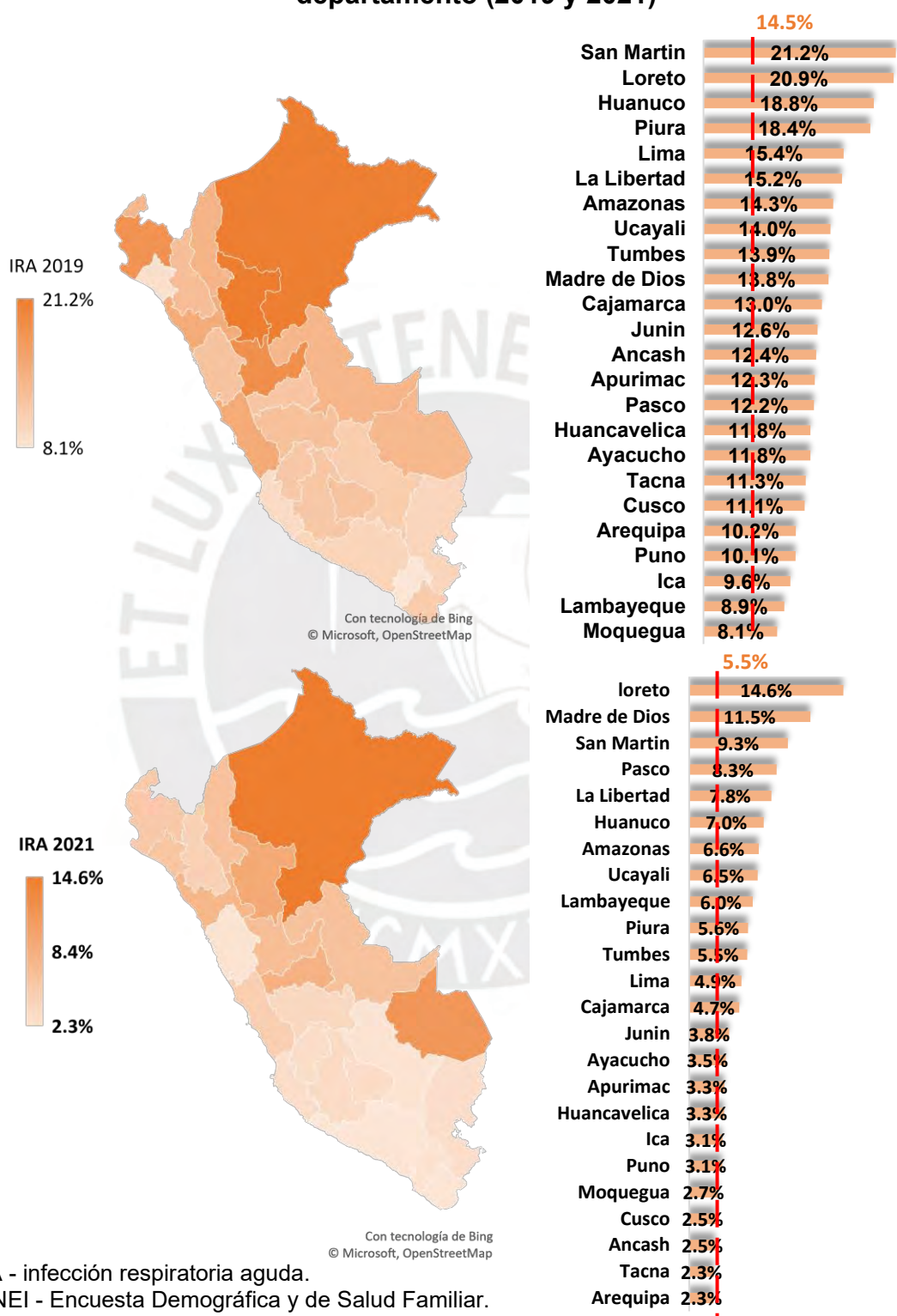
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2012). *Análisis del impacto del programa presupuestal articulado sobre la desnutrición crónica en 5 menores de cinco años*. Recuperado de <https://www.gob.pe/mef>.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2019). *Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad*. Recuperado de <https://www.gob.pe/mef>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). *Plan Estratégico Institucional PEI 2020-2024*. Recuperado de <https://www.gob.pe/vivienda>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021). *Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026*. Recuperado de <https://www.gob.pe/vivienda>.
- Ministerio de Salud (2022). *Boletín Epidemiológico del Perú SE 49- 2022*. Recuperado de <https://www.gob.pe/minsa>.
- Ministerio de Salud (2015). *Directiva Sanitaria N° 061 – MINSA/DGE V01 Directiva Sanitaria para la Vigilancia Epidemiológica de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)*. Recuperado de <https://www.gob.pe/minsa>.
- Mendoza, A., y Arteaga, B. (2021). Evaluación de impacto del Programa Nacional de Saneamiento Rural en salud y mortalidad infantil. Documento de Trabajo del PNSR.
- Nava-Aguilera, E., Morales, A., Legorreta, J., & Hernández, C. (2015). Evidence based community mobilization for dengue prevention in Nicaragua and Mexico (Camino Verde, The Green Way): cluster randomized controlled trial. *The BMJ*.
- Naciones Unidas (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://www.un.org/es/>.
- Nauges, C., & Strand, J. (2017). Water hauling and girls' school attendance: some new from Ghana. *Environmental and resource economics*, 65-88.
- Luby, S., Agboatwalla, M., Feikin, D., Painter, J., MS, W.,Altaf, A. y Hoekstra, R. (2005). Effect of handwashing on child health: a randomised controlled trial. *Lancet*, 366,225–233.
- Organización Mundial de la Salud y el Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia (2006). *Pneumonia the forgotten killer of children*. Recuperado de <https://www.who.int/es>.
- Organización Mundial de la Salud (2020). *Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el virus de la COVID-19*. Recuperado de <https://www.who.int/es>.

- Organización Mundial de la Salud (2019). *Desigualdades en el acceso del agua, el saneamiento y la higiene*. Recuperado de <https://www.who.int/es>.
- Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud (2014). *Infecciones Respiratorias Agudas en el Perú Experiencia frente a la temporada de altas temperaturas*. Recuperado de <https://www.paho.org/es>.
- Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud (2022). *Reporte de Influenza y OVR SE 45*. Recuperado de <https://www.paho.org/es>.
- Ong SW, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MS, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. *JAMA*. 2020.
- Programa Nacional de Saneamiento Rural. (2017). *Resolución Ministerial N° 155 -2017-VIVIENDA*. Recuperado de <https://www.gob.pe/pnsr>.
- Programa Nacional de Saneamiento Rural. (2017). *Manual de operaciones del Programa Nacional de Saneamiento Rural*. Recuperado de <https://www.gob.pe/pnsr>.
- Programa Nacional de Saneamiento Rural. (2022). *Formato A Contenidos del Programa Presupuestal Institucional sectorial (PPIS) 0083 Programa Nacional de Saneamiento Rural Año 2022*. Recuperado de <https://www.gob.pe/pnsr>.
- Pischke, J. S. (2005). Empirical methods in applied economics lecture notes. *London School of Economics*, 1-25.
- Pulgar, J. (2014). Las ocho regiones naturales del Perú. *Terra Brasilis*, (3), 1-20, DOI: 10.4000/terrabrasilis.1027.
- Ryan, M., MD, MPH, Christian, R. BA, Wohlrabe, J. y BS (2001). Handwashing and Respiratory Illness Among Young Adults in Military Training. *Am J Prev Med*. 2001,21, 79–83.
- Ramos, M. y Gonzales, A. (2021). La vivienda: ¿Una cuestión de vida o muerte frente a la COVID-19? *Económica*, XIII,123-135.
- Strunz, E., Addis, D., Stocks, M., Ogden, S., Utzinger, J., & Freeman, M. (2014). Water, Sanitation, Hygiene and Soil-Transmitted Helminth Infection: A systematic review and meta-analysis. PubMed.
- Silva, R., y Stampini, M. (2018). ¿Cómo funciona el programa juntos? Mejores Prácticas en la Implementación de Programas de Transferencias Monetarias Condicionadas en América Latina y el Caribe. Nota Técnica N° IBD -TN-1404.
- Sant'Anna, Pedro H. C., and Jun Zhao. 2020. "Doubly Robust Difference-in-Differences Estimators." *Journal of Econometrics*, 219 (1), 101–22.

- SENAMHI (2021). Frijaje. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe>.
- SENAMHI (2021). Helada. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe>.
- United Nations Children's Fund (2007). *Garantizar un suministro de agua adecuado y seguro para la supervivencia y el crecimiento de niños y niñas*. Recuperado de <https://www.unicef.org/es>
- United Nations Children's Fund (2016). *One is too many Ending child deaths from pneumonia and diarrhoea*, US. Recuperado de <https://www.unicef.org/es>.
- United Nations Children's Fund (2016). *Estado Mundial de la Infancia 2016 Una Oportunidad para cada niño*. Recuperado de <https://www.unicef.org/es>.
- United Nations Children's Fund (2019). *Progress on household drinking water, Sanitation, and hygiene 2000-2017*. Recuperado de <https://www.unicef.org/es>.
- Von Poppel, F. y Van der Heidjen (1997). The effects of water supply on infant and childhood mortality: a review of historical evidence. *Health Transition Review*, 7, 113-118.
- Wang, C.; Prather, K.; Sznitman, J.; Jimenez, J.; Lakdawala, S.; Tufekci, Z. y L. Marr. (2021). Airborne transmission of respiratory viruses. *Science* 373, 981.
- Xu, Z., W. Hu, y S.Tong (2014). Temperature variability and childhood pneumonia: an ecological study. *Environmental Health* 13 (51): 1-8.
- Xiao, J., Juodis, A., Karavias, Y., Sarafidis, V., Ditzen, J. (2022). Improved Tests for Granger Non-Causality in Panel Data. MPRA Paper No. 114231.
- Zavala, M. (2022). Evaluación de impacto del acceso al agua de calidad sobre la prevalencia de enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias agudas y anemia en la salud infantil en el Perú (tesis de postgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Zegarra, E. (18 de marzo de 2019). La pauvreté rurale s'aggrave au pérou et en Amérique latine. *Revista belga Sos Faim*. Recuperado de <https://www.sosfaim.be/la-pauvrete-rurale-saggrave-au-perou-et-en-amerique-latine/>

Anexos

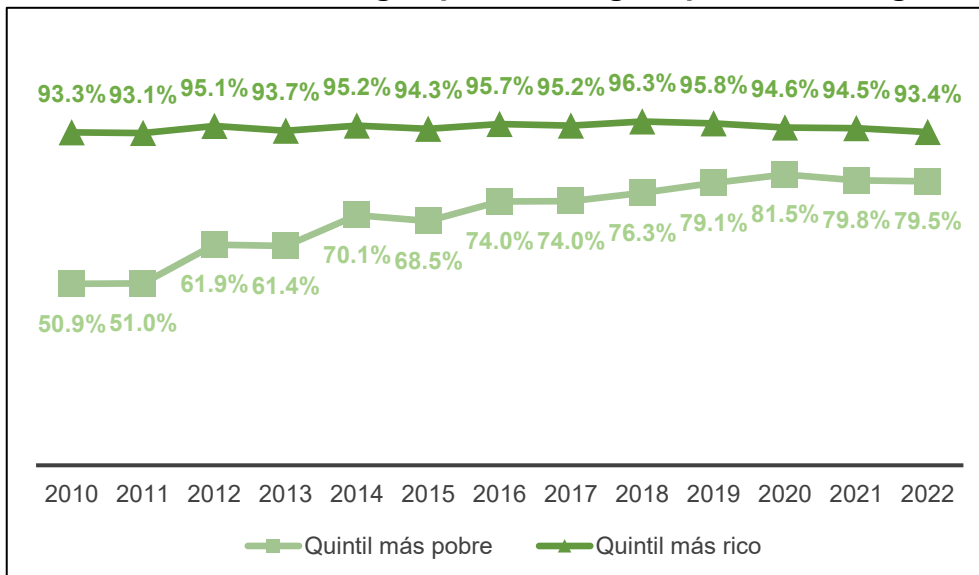
Anexo 1: Infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, según departamento (2019 y 2021)



Nota: IRA - infección respiratoria aguda.
 Fuente: INEI - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar.
 Elaboración: Propia.

Anexo 2: Acceso a agua potable y saneamiento, según quintiles de ingreso

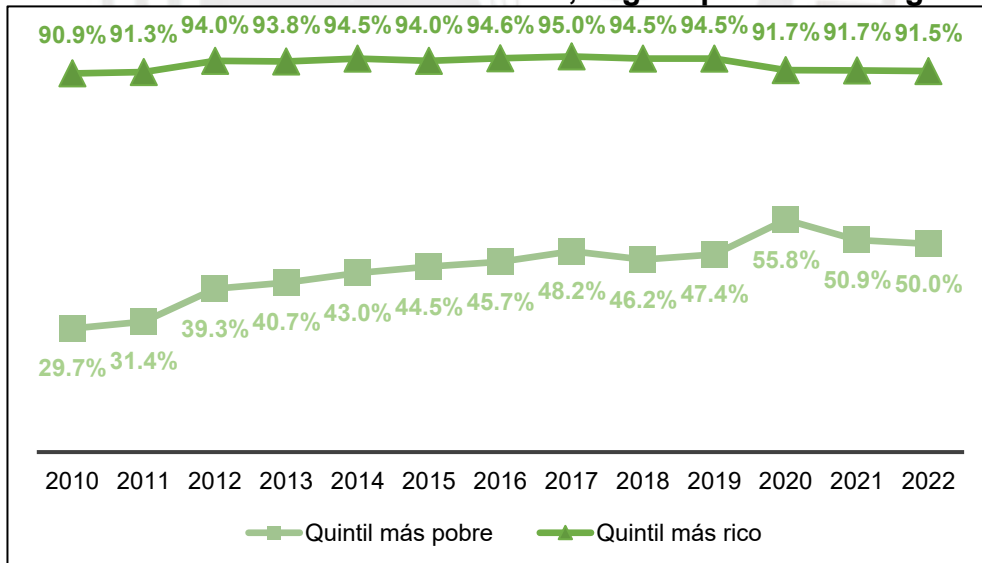
Acceso al servicio de agua potable, según quintiles de ingreso



Nota: Considera red pública, dentro de la vivienda y red pública, fuera de la vivienda pero dentro del edificio.

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares – ENAHO.

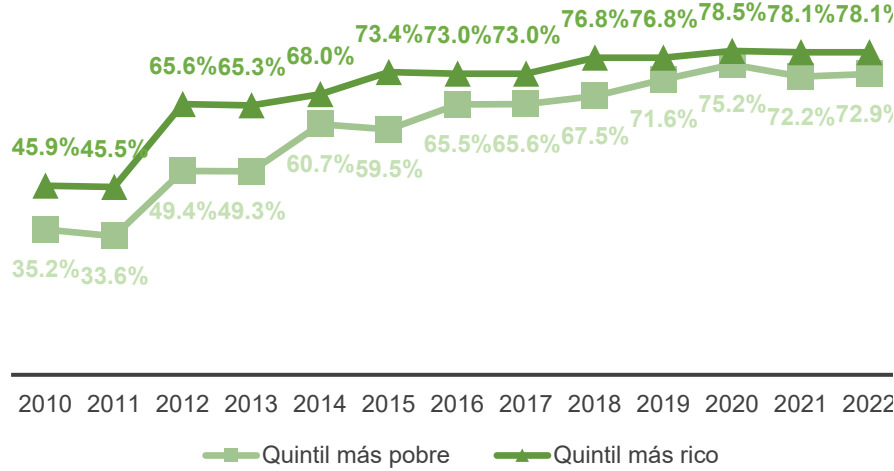
Acceso al servicio de alcantarillado, según quintiles de ingreso



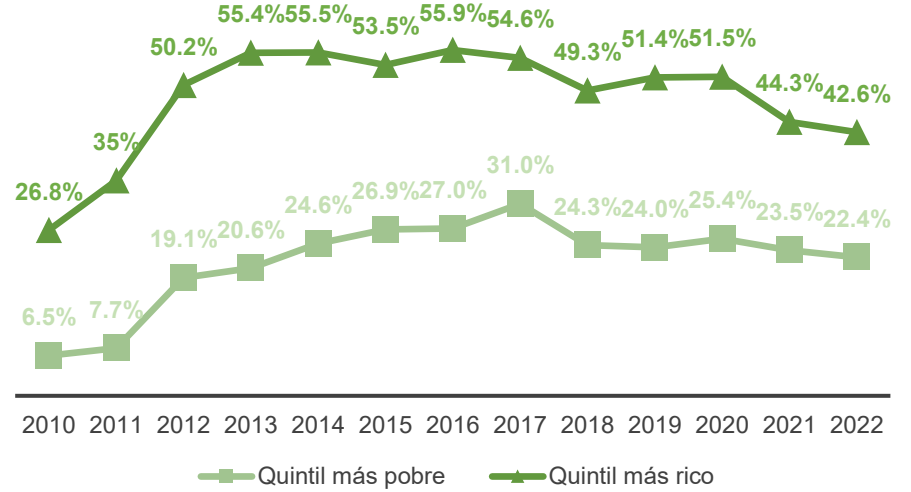
Nota: Red pública de desagüe dentro de la vivienda, red pública de desagüe fuera de la vivienda pero dentro del edificio, y letrinas.

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares – ENAHO.

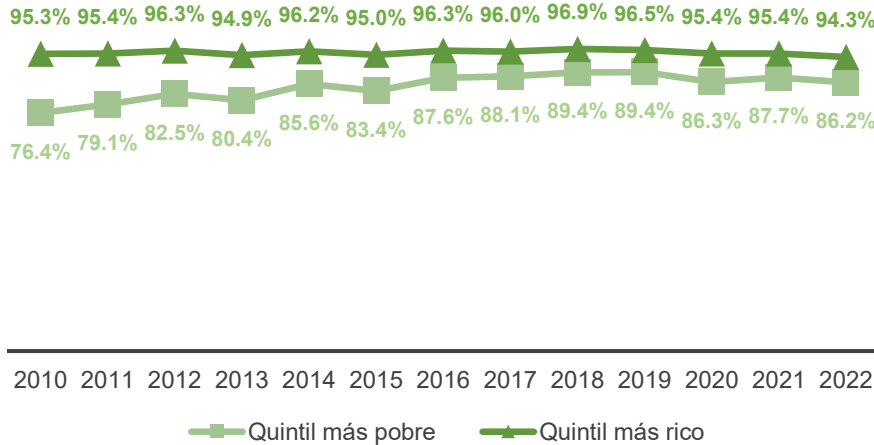
Acceso al servicio de agua potable (área rural), según quintiles de ingreso



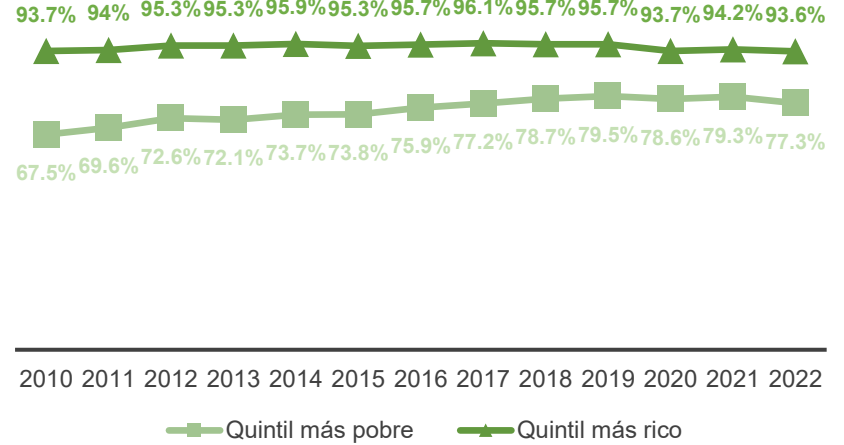
Acceso al servicio de alcantarillado (área rural), según quintiles de ingreso



Acceso al servicio de agua potable (área urbana), según quintiles de ingreso



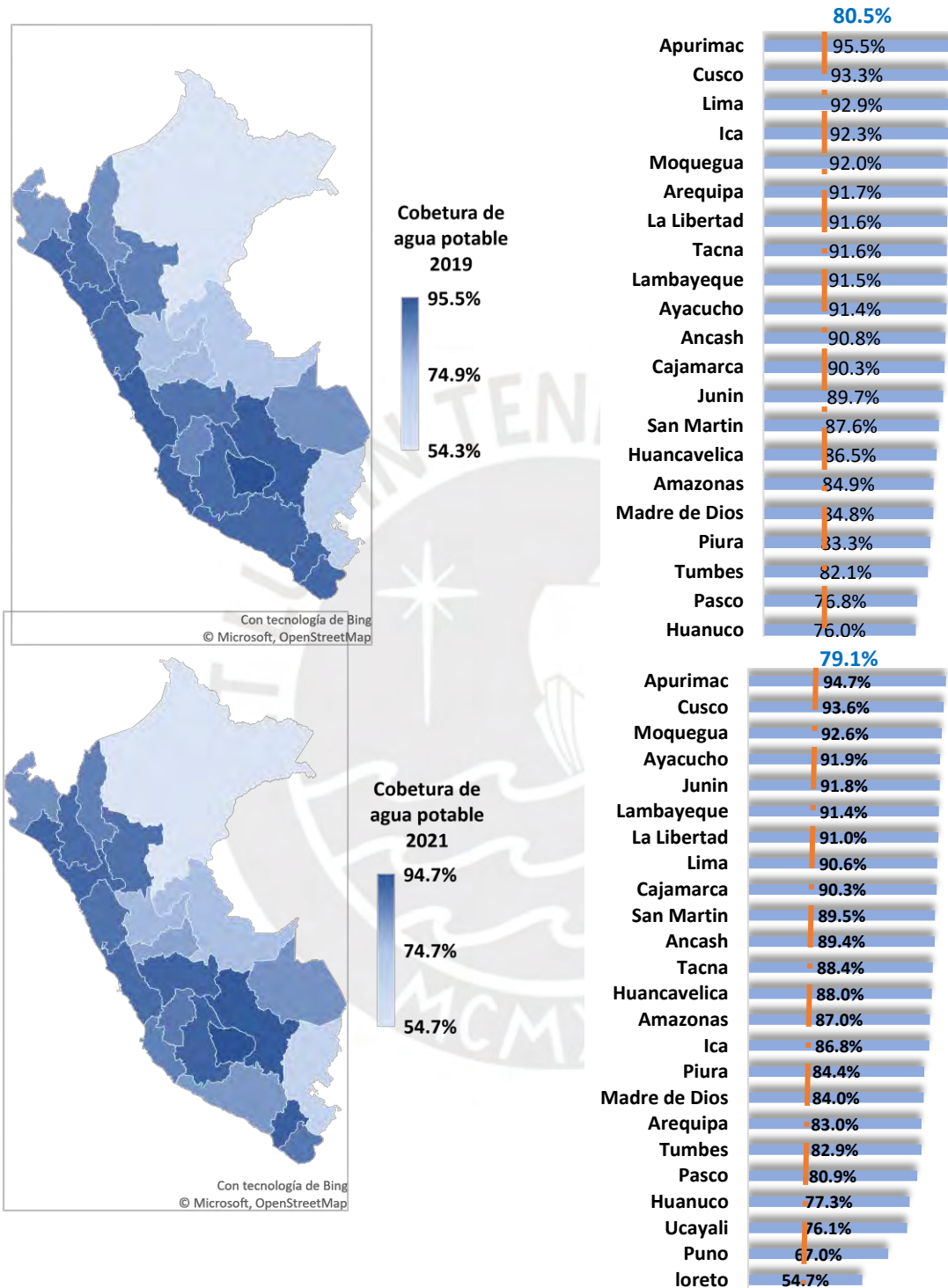
Acceso al servicio de alcantarillado (área urbana), según quintiles de ingreso



Nota: Considera red pública, dentro de la vivienda y red pública, fuera de la vivienda pero dentro del edificio.
Fuente: Encuesta Nacional de Hogares – ENAHO.

Nota: Red pública de desagüe dentro de la vivienda, red pública de desagüe fuera de la vivienda pero dentro del edificio, y letrinas.
Fuente: Encuesta Nacional de Hogares – ENAHO.

Anexo 3: Cobertura de los servicios de agua potable, según departamento (2019 y 2021)

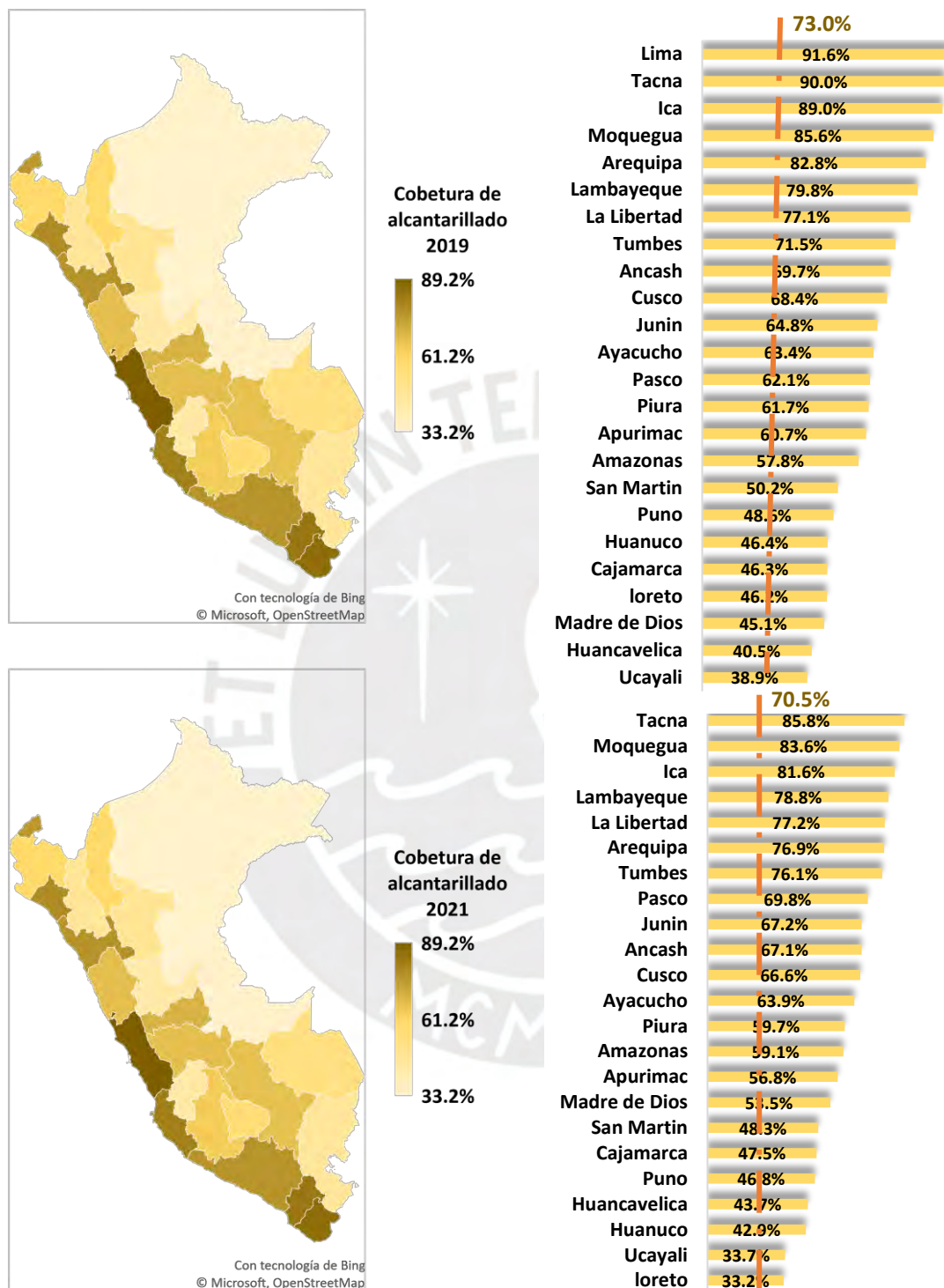


Nota: Considera la proporción de viviendas a nivel nacional que contaban con acceso a agua potable por red pública (dentro de la vivienda, fuera de la vivienda pero dentro del edificio, pilón y grifo público).

Fuente: INEI – Encuesta Demográfica y de Salud Familiar.

Elaboración: Propia.

Anexo 4: Cobertura de alcantarillado, según departamento (2019 y 2021)



Nota: Considera la proporción de viviendas que contaban con acceso a servicio sanitario a través de red pública (dentro y/o fuera de la vivienda).

Fuente: INEI- Encuesta Demográfica y de Salud Familiar.

Elaboración: Propia.

Anexo 5: La Prueba de Hausman

	Coeficientes			sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E
	(b) Efectos fijos	(B) Efectos aleatorios	(b-B) Diferencia	
PNSR	-2.213** (1.040)	-2.638** (1.041)	0.424	
Programa Juntos	6.526*** (1.265)	3.437*** (1.234)	3.089	0.277
Cobertura BCG	29.216*** (2.465)	26.007*** (2.315)	3.208	0.846
Cobertura Pentavalente	15.251*** (3.288)	17.040*** (3.309)	-1.789	
Cobertura Neumococo	-1.216 (4.041)	1.899 (4.063)	-3.115	
Cobertura Influenza	-3.304 (2.683)	-4.027 (2.684)	0.723	
Porcentaje de ruralidad	-5.110 (6.760)	-19.045*** (4.844)	13.935	4.715
Programa Mi Abrigo	-0.477 (3.467)	-1.344 (3.491)	0.867	
Agua+ y otros	-4.293* (2.328)	-7.827*** (2.066)	3.534	1.073
2011.AÑO	-14.922*** (1.438)	-15.365*** (1.448)	0.443	
2012.AÑO	-14.539*** (1.933)	-15.098*** (1.940)	0.559	
2013.AÑO	-5.940*** (2.294)	-6.908*** (2.297)	0.968	
2014.AÑO	-6.401** (2.588)	-7.879*** (2.584)	1.477	0.144
2015.AÑO	-7.752*** (2.679)	-9.487*** (2.665)	1.735	0.273
2016.AÑO	0.455 (2.748)	-1.184 (2.716)	1.640	0.417
2017.AÑO	-4.741* (2.706)	-5.172* (2.704)	0.431	0.098
2018.AÑO	10.052*** (2.784)	9.248*** (2.778)	0.805	0.180
2019.AÑO	-4.958* (2.837)	-5.814** (2.823)	0.855	0.276
Intercepto	76.278***	86.571***		

	Coeficientes	
	(4.865)	(4.220)
Observaciones	9,630	9,630
R2	0.076	
note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

```

      b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
      B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

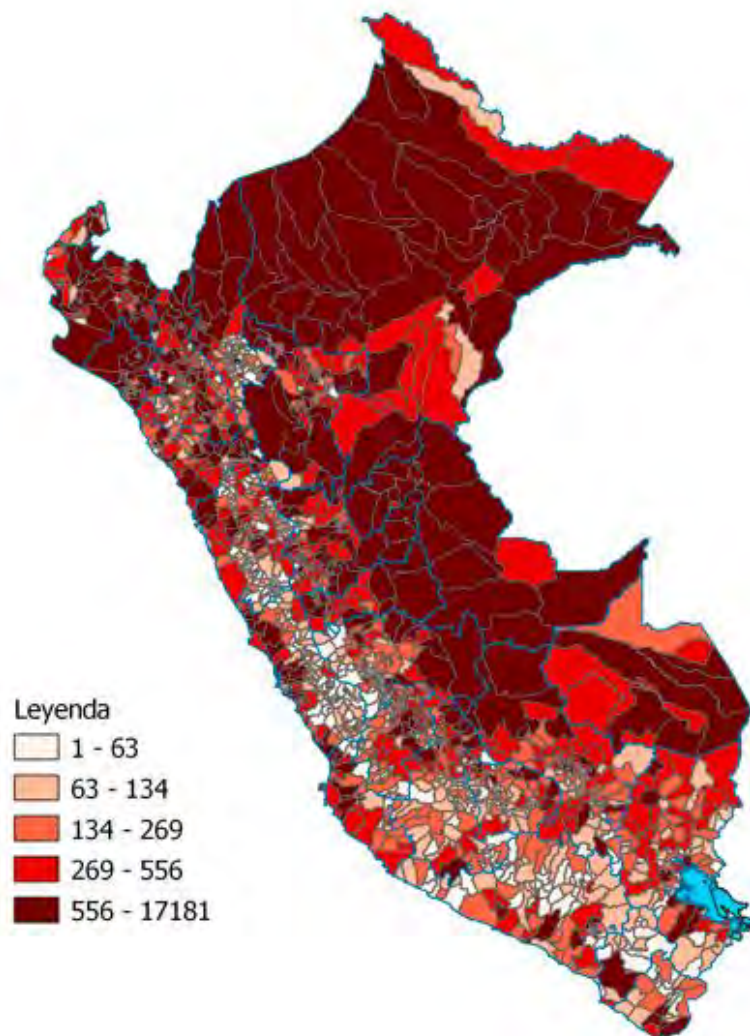
Test: Ho: difference in coefficients not systematic

      chi2(18) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
              =      404.94
Prob>chi2 =      0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

```

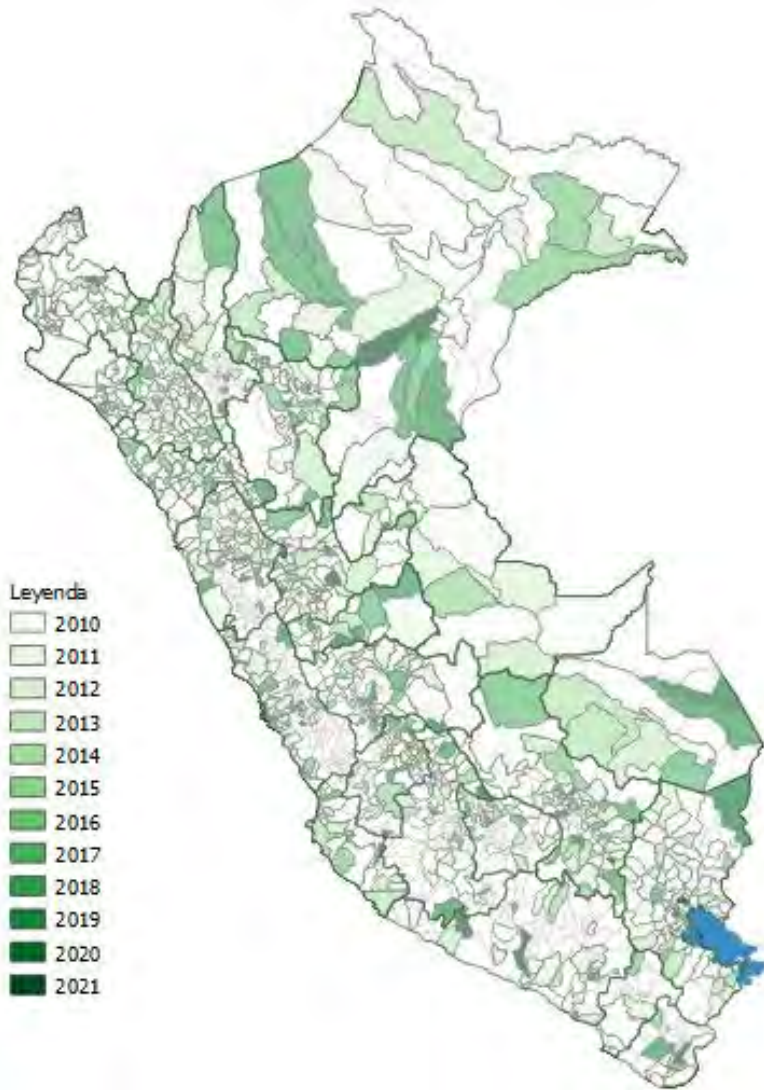


Anexo 6: Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por distrito a nivel nacional (2021)



Fuente: MINSA.
Elaboración: Propia.

Anexo 7: Defunciones por infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años por distritos a nivel nacional (2010-2021)



Fuente: MINSA.
Elaboración: Propia.

Anexo 8: Distritos intervenidos por el PNSR por cada año

2012



2013



2014

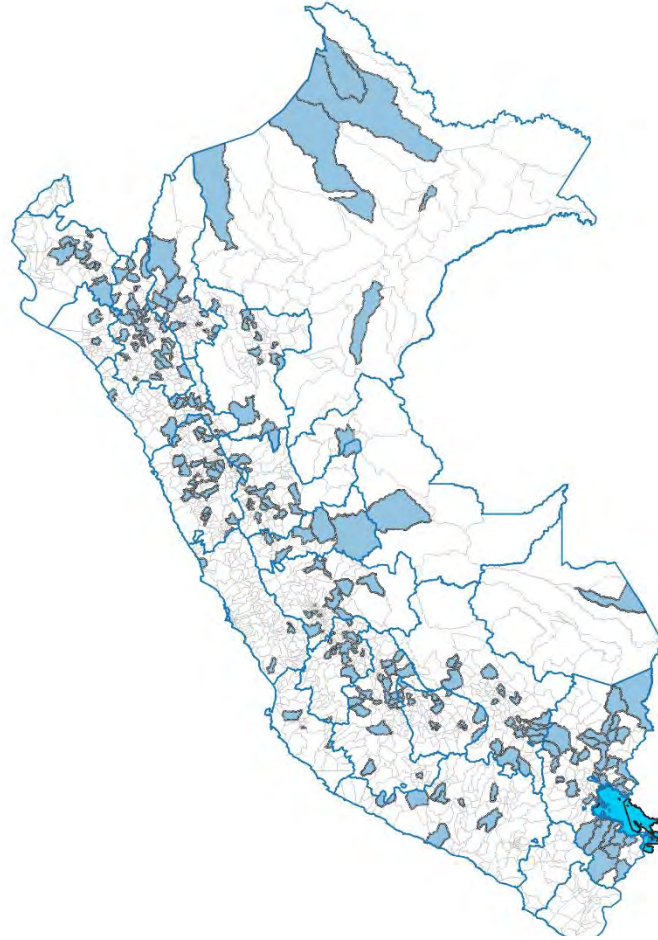


Fuente: PNSR
Elaboración: Propia.

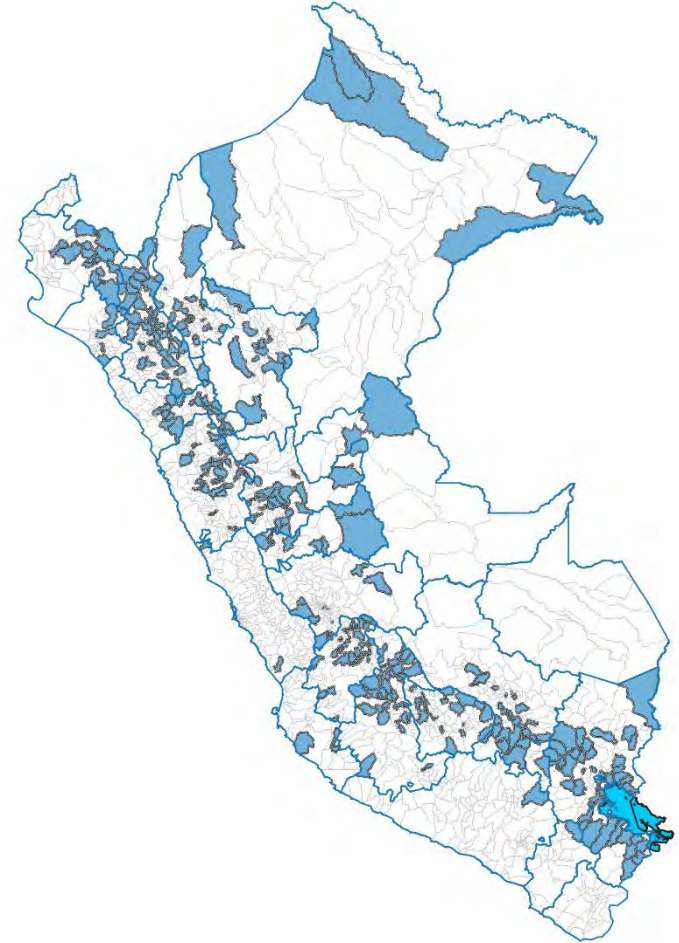
2015



2016

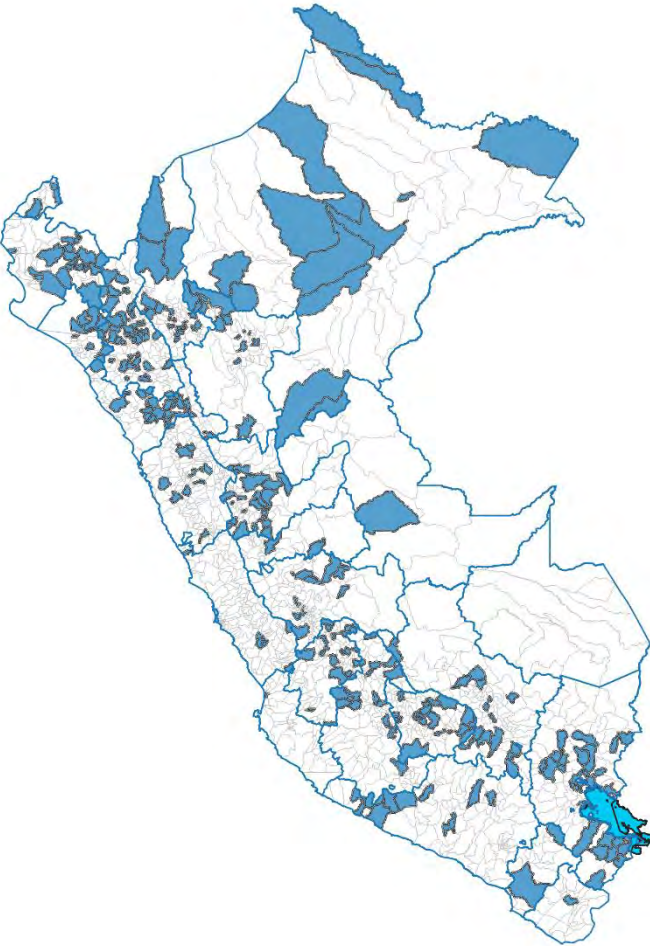


2017

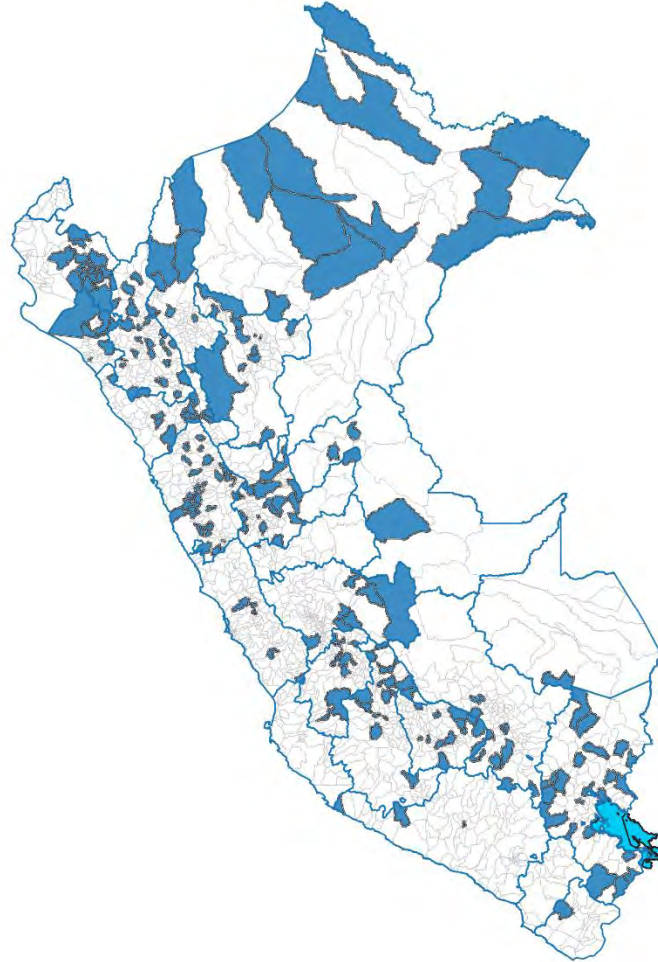


Fuente: PNSR
Elaboración: Propia.

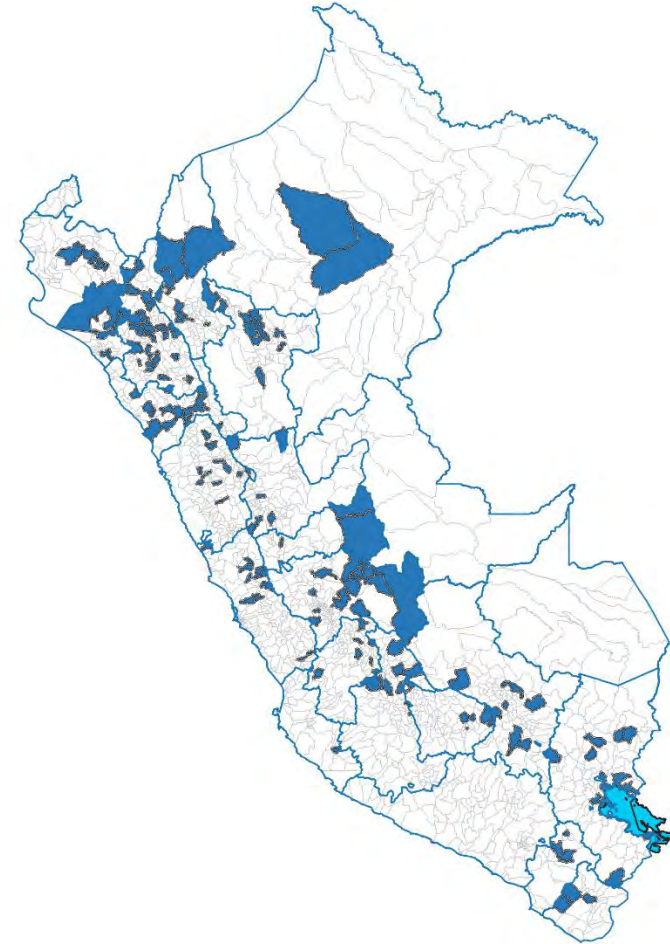
2018



2019

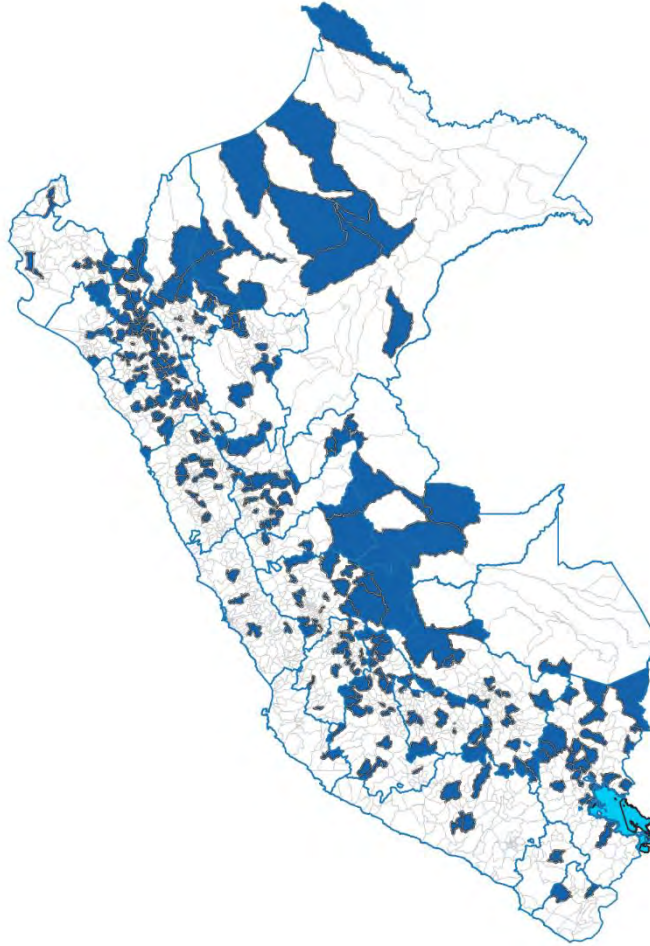


2020

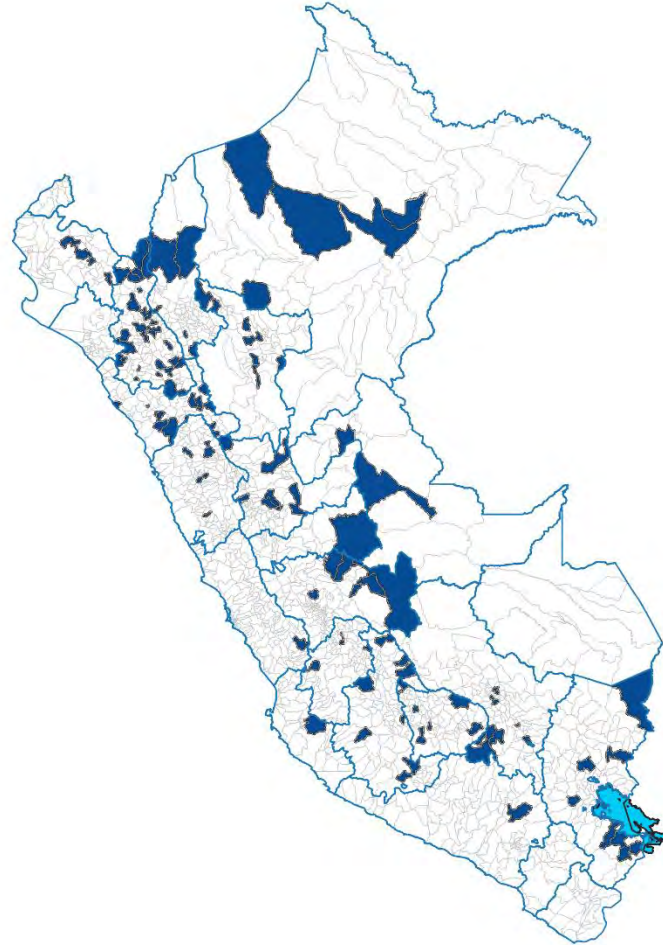


Fuente: PNSR
Elaboración: Propia.

2021

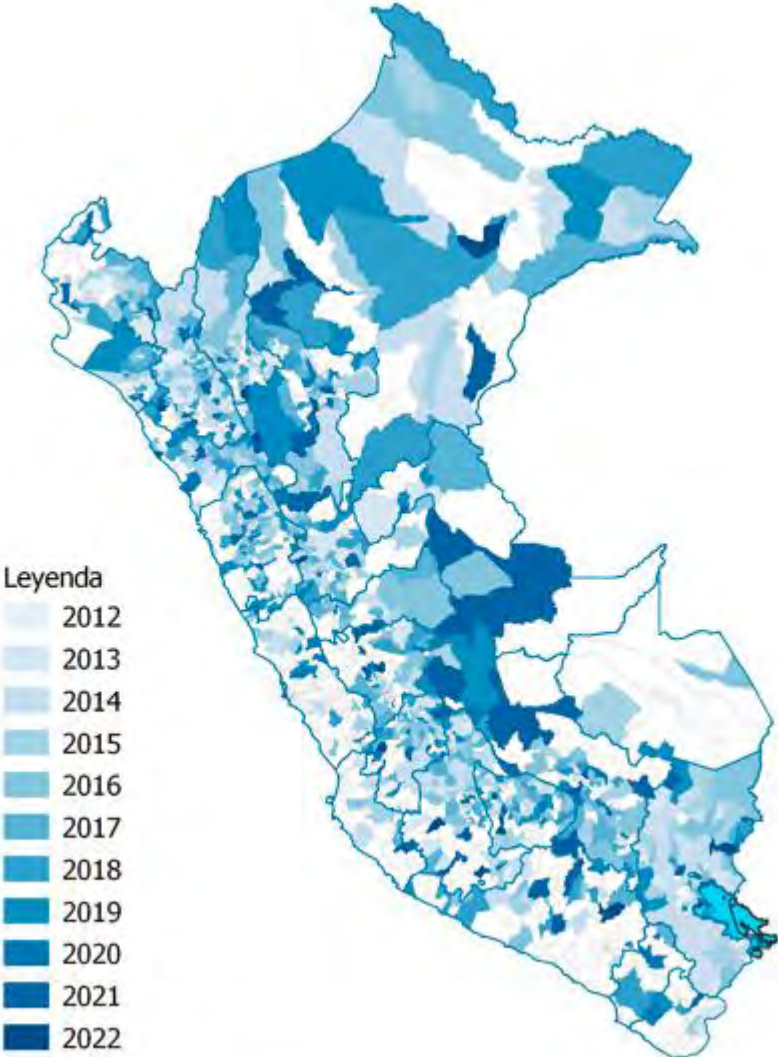


2022^{1/}



^{1/} Al me de agosto de 2022.
Fuente: PNSR
Elaboración: Propia.

Anexo 9: Distritos intervenidos por el PNSR durante el periodo 2012 -2022^{1/}



^{1/} Al me de agosto de 2022.
Fuente: PNSR
Elaboración: Propia.

Anexo 10: Análisis de correlación entre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años y los proyectos culminados por el PNSR

Variables	Casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años	
	Spearman Coeficiente	Kendall Coeficiente
PNSR	-0.0690***	-0.0553***

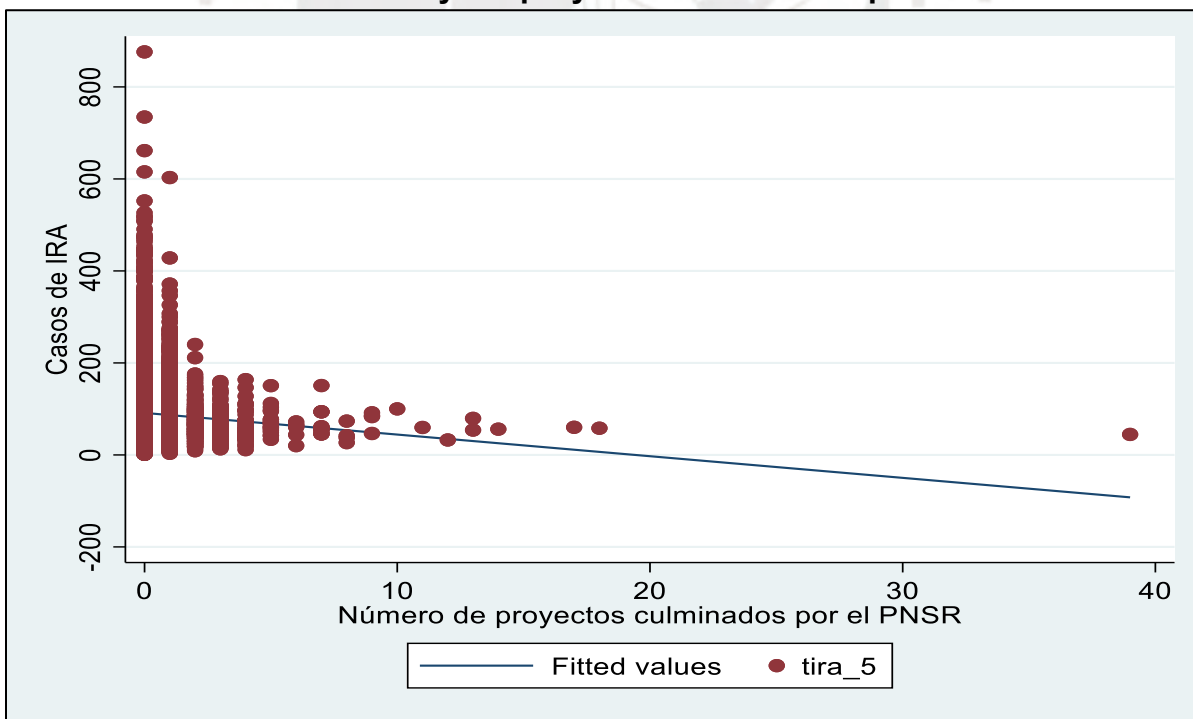
Nota: Las pruebas de Spearman y Kendall son medidas de correlación no paramétricas que asumen la no normalidad de las variables. Los niveles de significancia son: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Fuente: MINSA y PNSR.

Elaboración: Propia.

De los resultados de las pruebas de Spearman y Kendall, se evidencia que existe una correlación negativa entre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años y el PNSR, lo cual se corrobora visualmente en el gráfico siguiente:

Correlación entre los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años y los proyectos culminados por el PNSR.



Fuente: MINSA y PNSR.

Elaboración: Propia.

Anexo 11: Prueba de no causalidad de Granger para datos de panel

Granger (1969) desarrollo el concepto de causalidad entre dos o más series temporales, a partir de lo cual una variable “x” causa a lo Granger a una variable “y”, si la variable “y” puede ser mucho mejor predicha empleando los valores pasados de las variables “x” e “y”. La causalidad a lo Granger es muy útil también cuando existen múltiples periodos de tiempo, como es el caso de datos de panel. El método desarrollado por Juodis, A., Karavias, Y., y Sarafidis, V. (2021), testea como hipótesis nula la no causalidad a lo Granger, siendo válido para modelos con coeficientes homogéneos y heterogéneos. Así se considera el siguiente modelo de datos de panel dinámico:

$$y_{i,t} = \phi_{0,i} + \sum_{p=1}^P \phi_{p,i} y_{i,t-p} + \sum_{p=1}^P \beta_{p,i} x_{i,t-p} + \varepsilon_{i,t} \dots (1)$$

Donde: $i = 1, \dots, N$, $t = 1, \dots, T$, y $p = 1, \dots, P$.

$x_{i,t}$ = es un escalar.

$\phi_{0,i}$ = representa los efectos individuales específicos.

$\varepsilon_{i,t}$ = represente el termino de error.

$\phi_{p,i}$ = represente los coeficientes heterogéneos autorregresivos.

$\beta_{p,i}$ = representa los coeficientes heterogéneos de retroalimentación, o los parámetros de causalidad a lo Granger.

La hipótesis nula plantea que la variable “x” no causa a lo Granger a la variable “y”, se formula como un conjunto de restricciones de los parámetros de la ecuación (1). Así la hipótesis nula es la siguiente:

$$H_0: \beta_{p,i} = 0, \text{ para todo } i \text{ y } p.$$

Y la hipótesis alternativa es la siguiente:

$$H_0: \beta_{p,i} \neq 0, \text{ para todo } i \text{ y } p.$$

El rechazo de la hipótesis nula puede interpretarse como que la variable “x” causa a lo Granger la variable “y”.

Anexo 12: Resultados de la prueba de no causalidad de Granger para datos de panel

Juodis, Karavias and Sarafidis (2021) Granger non-causality Test						
Number of units=	963					
Number of lags =	3					
Obs. per unit (T) =	7					
BIC =	17,003					
JKS non-causality test						
H0:	PNSR does not Granger-cause IRA.					
H1:	PNSR does Granger-cause IRA for at least one panelvar.					
HPJ Wald test :	16.6875					
p-value :	0.0008					
Results for the Half-Panel Jackknife estimator						
Cross-sectional heteroskedasticity-robust variance estimation						
PNSR	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
L1.	-0.733463	1.801311	-0.41	0.684	-4.263967	2.797042
L2.	-5.676794	1.862197	-3.05	0.002	-9.326633	-2.026954
L3.	6.42001	1.949175	3.29	0.001	2.599697	10.24032

Nota: Para la implementación de la prueba de no causalidad de Granger, se ha empleado el software econométrico Stata, empleando el comando xtgrangert.

Anexo 13: Test de medias

VARIABLES CORRESPONDIENTES AL AÑO 2011	No tratado	Tratado	Diferencia	p -value
Jefe de hogar hombre	0.807	0.784	0.023	0.101
	(0.013)	(0.004)	(0.014)	.
Edad del jefe de hogar	50.05	50.62	-0.564	0.297
	(0.507)	(0.171)	(0.542)	.
Jefe de hogar con educación básica	0.394	0.36	0.035	0.468
	(0.047)	(0.014)	(0.048)	.
Jefe hogar sabe leer	0.599	0.579	0.02	0.524
	(0.029)	(0.009)	(0.031)	.
Jefe de hogar trabajo la semana pasada	0.873	0.922	-0.049	0.115
	(0.003)	(0.025)	(0.031)	.
Jefe del hogar tiene empleo fijo	0.074	0.000	0.074	0.398
	(0.008)	(0.000)	(0.087)	.
Jefe de hogar tiene negocio propio	0.211	0.111	0.100	0.463
	(0.012)	(0.111)	(0.137)	.
Número de habitaciones en la vivienda	3.180	3.197	-0.017	0.785
	(0.059)	(0.019)	(0.061)	.
No utiliza alumbrado en el hogar	0.015	0.012	0.004	0.352
	(0.004)	(0.001)	(0.004)	.
El medidor del servicio eléctrico de los hogares de uso colectivo	0.288	0.271	0.017	0.346
	(0.017)	(0.006)	(0.018)	.
Hogares que no cocinan	0.037	0.031	0.006	0.288
	(0.006)	(0.002)	(0.006)	.
Vivienda con hacinamiento	0.108	0.105	0.003	0.806
	(0.010)	(0.003)	(0.011)	.
Hogares con niños que no asisten a la escuela	0.010	0.016	-0.006	0.16
	(0.003)	(0.001)	(0.004)	.
Hogares con alta dependencia económica	0.010	0.011	-0.001	0.839
	(0.003)	(0.001)	(0.004)	.

Fuente: ENAHO 2011.

Elaboración: Propia.

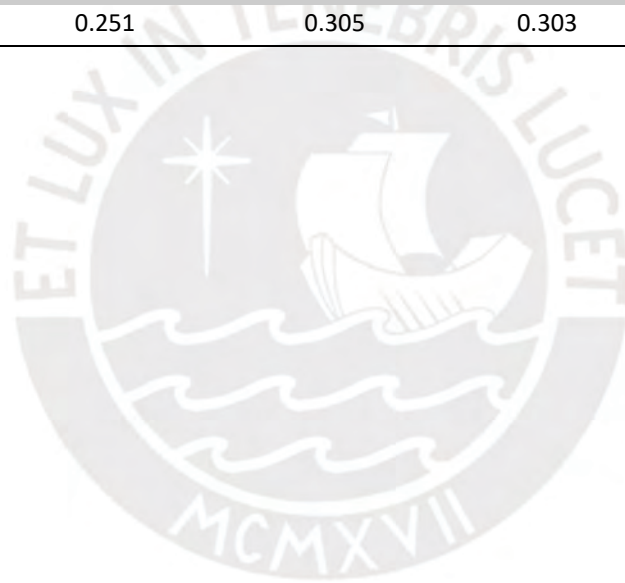
Anexo 14: Estadísticas descriptivas

PNSR		Programa juntos	Cobertura BCG	Cobertura Pentavalente	Cobertura Neumococo	Cobertura Influenza	Porcentaje de ruralidad	Programa Mi Abrigo	Agua+ y otros
No tratado	Mean	0.668	0.582	0.751	0.527	0.323	0.527	0.003	0.152
	S.D	0.471	0.289	0.237	0.308	0.271	0.230	0.052	0.359
Tratado	Mean	0.889	0.410	0.731	0.740	0.549	0.543	0.033	0.214
	S.D	0.314	0.303	0.263	0.261	0.291	0.235	0.179	0.410
Total	Mean	0.777	0.497	0.741	0.632	0.434	0.535	0.018	0.182
	S.D	0.416	0.308	0.251	0.305	0.303	0.233	0.132	0.386

(*) S.D.: Desviación Estándar.

Fuente: Panel de datos 2010 -2019

Elaboración: Propia.



Anexo 15: Supuestos de la metodología de Callaway y Sant' Ana

Supuesto 1: “Irreversibilidad del tratamiento”

$$D_{t-1} = 1, \text{ implica que } D_t = 1$$

Donde: $D_{i,t}$: variable binaria que es igual a 1, si la unidad i es tratada en el periodo t .

El referido supuesto no dice que una vez que una unidad es tratada, permanecerá siéndolo en los siguientes periodos. Callaway y Sant'Anna (2020), denominan a este supuesto como adopción escalonada del tratamiento e interpretan a este supuesto como que una unidad no olvida que fue tratada en algún momento del tiempo.

Supuesto 2: “Muestreo Aleatorio”

$\{Y_{i,1}, Y_{i,2}, \dots, Y_{i,T}, X_i, D_{i,1}, D_{i,2}, \dots, D_{i,T}\}$, es independiente e idénticamente distribuida.

El referido supuesto nos dice que cada unidad i , se extrae de manera aleatoria.

Supuesto 3: “Anticipación limitada del tratamiento”

$E[Y_t(g)|X, G_g = 1] = E[Y_t(0)|X, G_g = 1]$, para todo $g \in \mathcal{G}, t \in \{1, \dots, T\}$, de modo que $t < g - \delta$

Supuesto 4: “Tendencias paralelas condicionales, basadas en un grupo nunca tratado”

$$E[Y_t(0) - Y_{t-1}(0) |X, G_g = 1] = [Y_t(0) - Y_{t-1}(0) |X, C = 1]$$

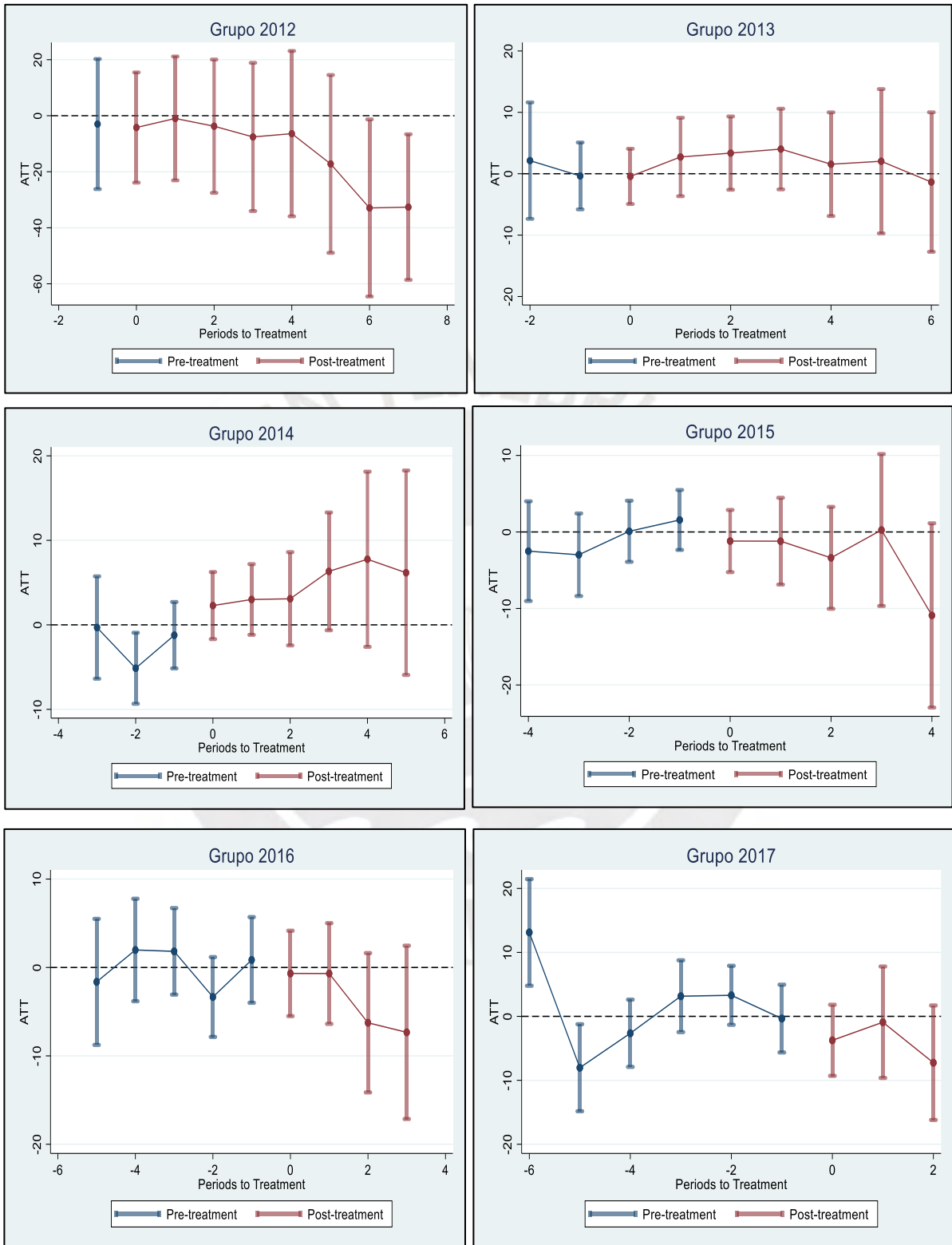
Supuesto 5: “Tendencias paralelas condicionales, basadas en grupos todavía no tratados”

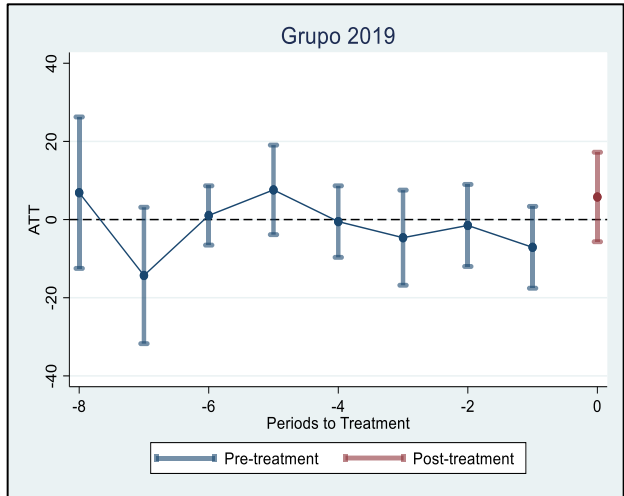
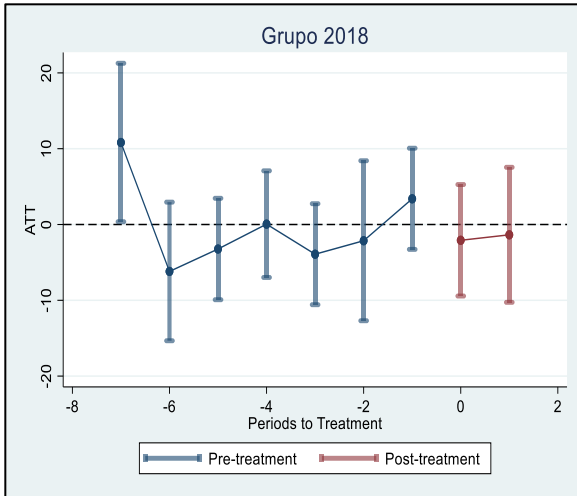
$$E[Y_t(0) - Y_{t-1}(0) |X, G_g = 1] = [Y_t(0) - Y_{t-1}(0) |X, D_s = 0, G_g = 0]$$

Supuesto 6: “Superposición”

Para cada $t \in \{2, \dots, T\}, g \in \mathcal{G}$, existe algún $\varepsilon > 0$, de modo que $P(G_g = 1) > \varepsilon$ y $p_{g,t}(X) < 1 - \varepsilon$

Anexo 16: Efecto del tratamiento promedio de tiempo- grupo del PNSR Tendencias paralelas condicionadas

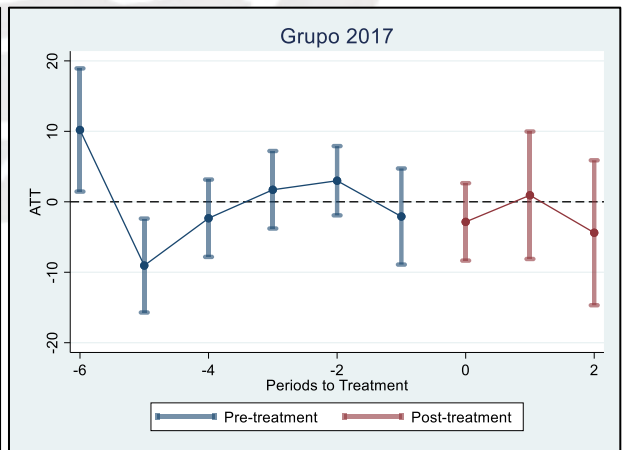
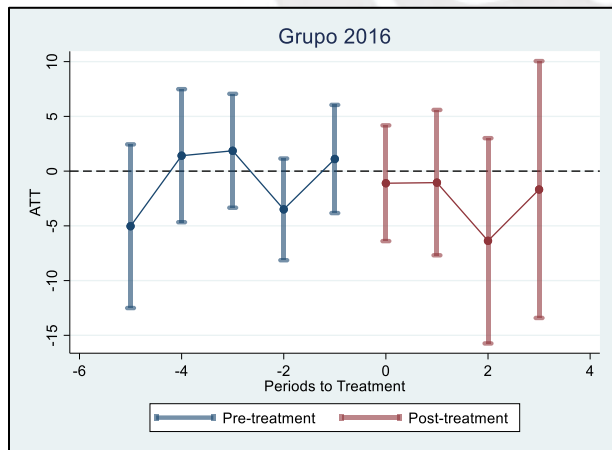
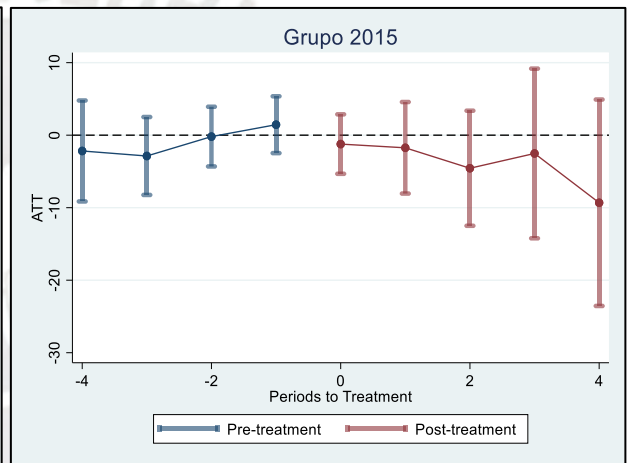
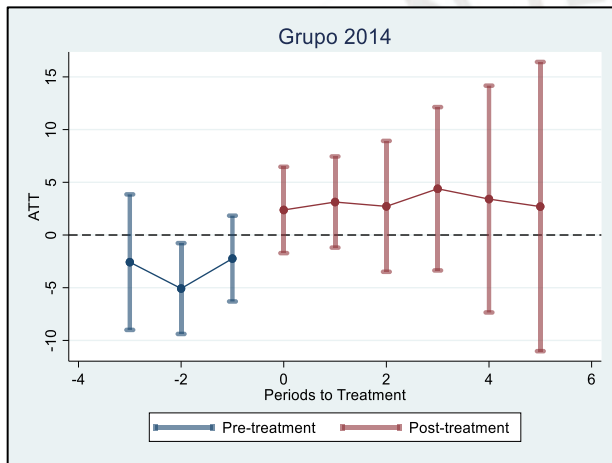
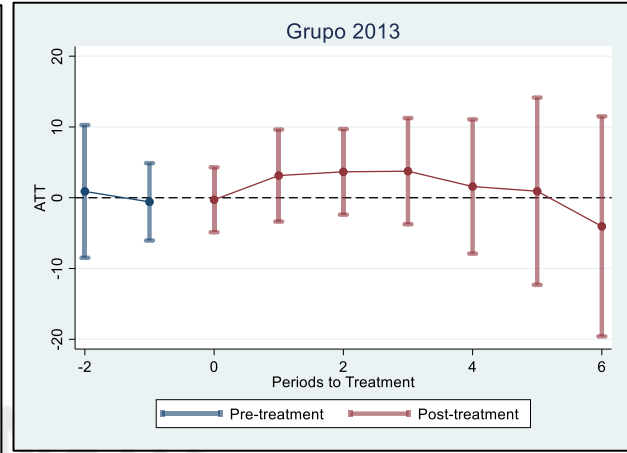
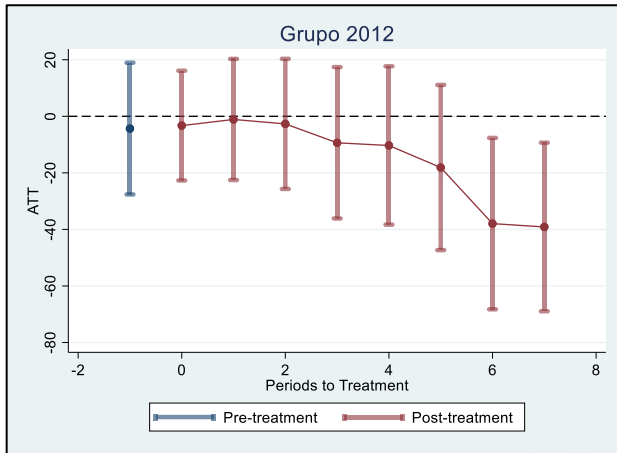


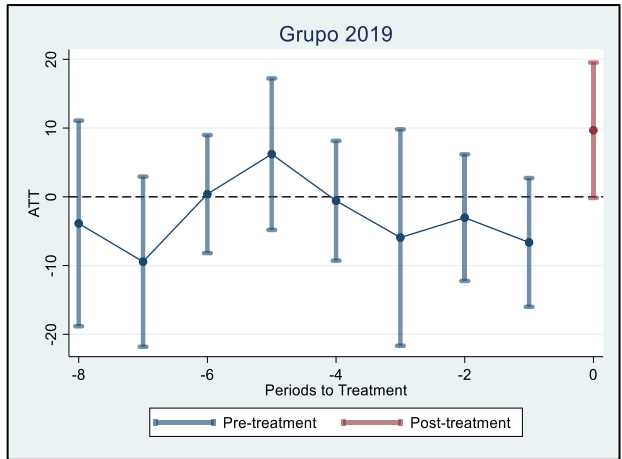
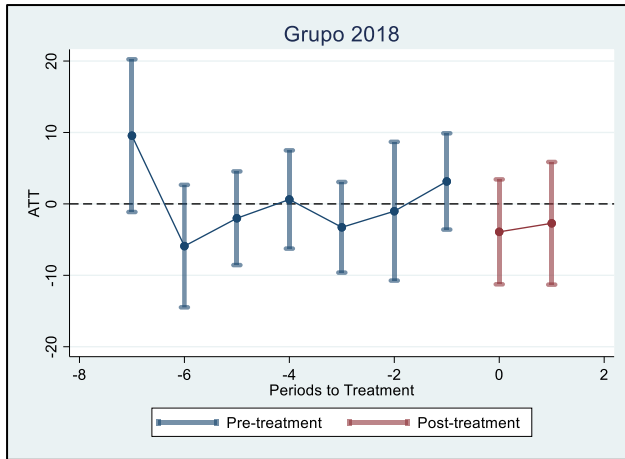


Fuente: MINSA y PNSR.
Elaboración: Propia.



Anexo 17: Efecto del tratamiento promedio de tiempo – grupo del PNSR Tendencias paralelas no condicionadas





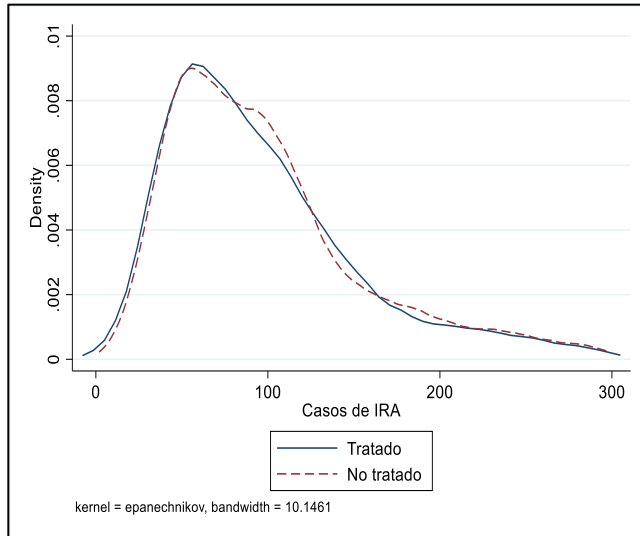
Fuente: MINSA y PNSR.
Elaboración: Propia.



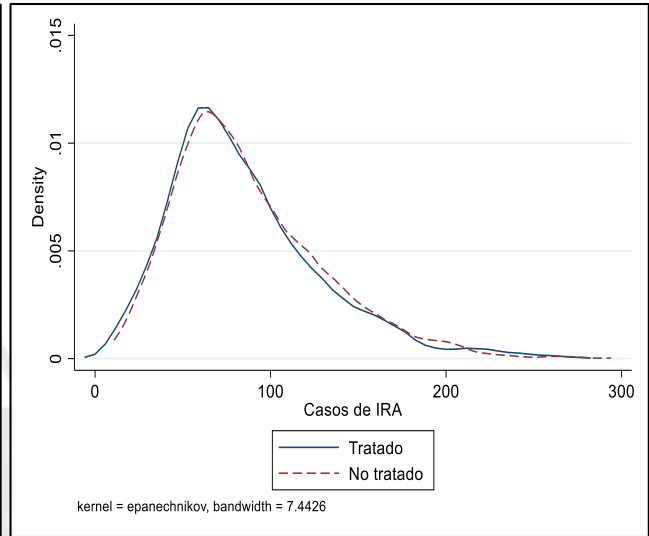
Anexo 18: Efectos heterogéneos:

Porcentaje de ruralidad:

(a) Porcentaje de ruralidad menor al 69%

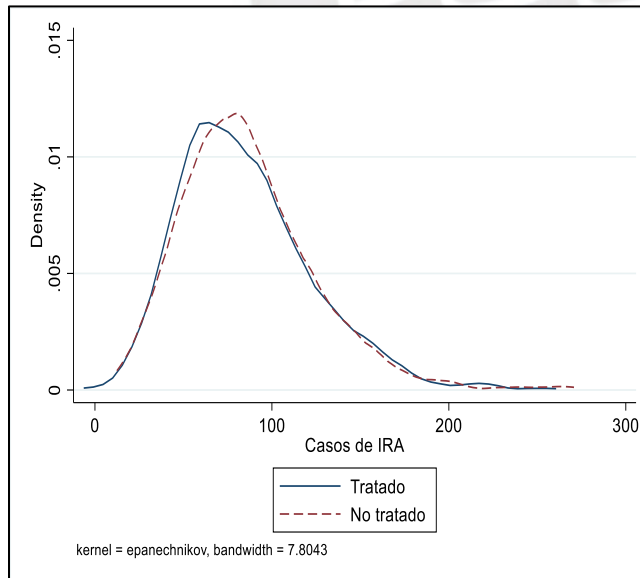


(b) Porcentaje de ruralidad mayor al 69%

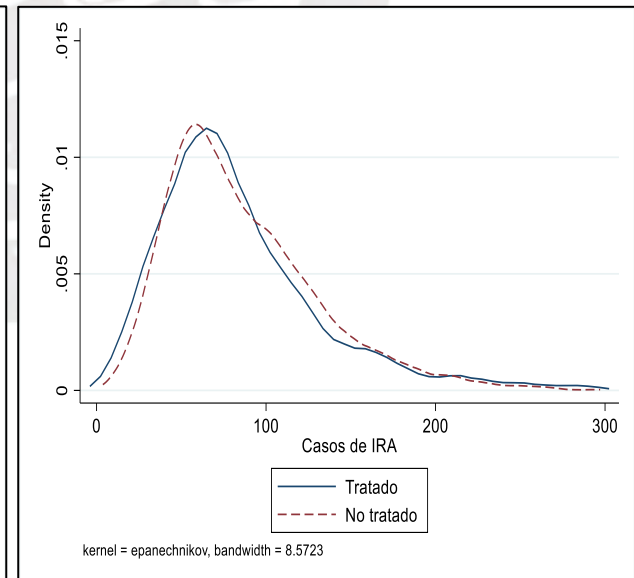


Quintil de pobreza:

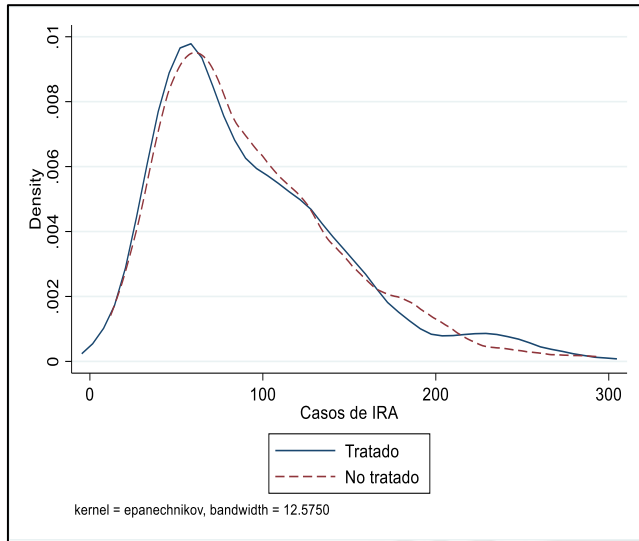
(a) Primer quintil



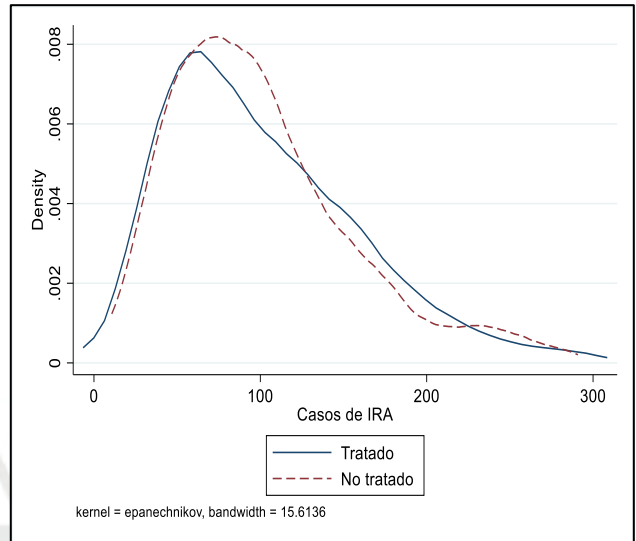
(b) Segundo quintil



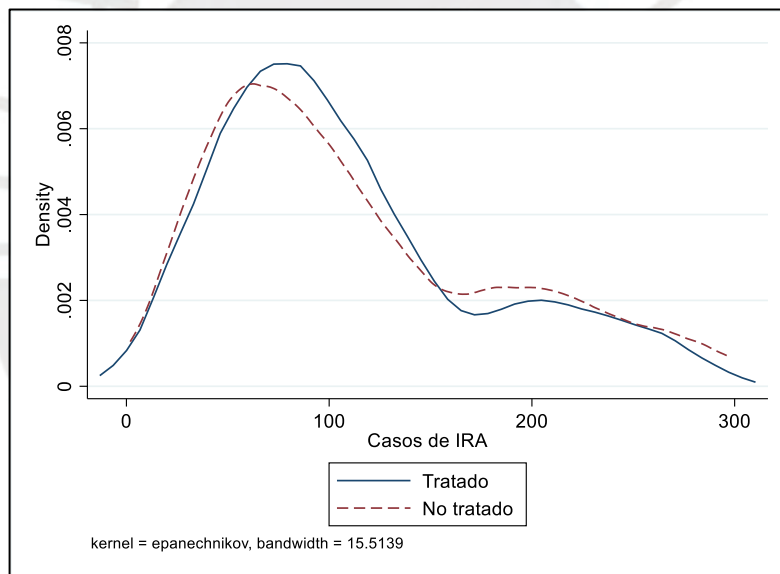
(c) Tercer quintil



(d) Cuarto quintil

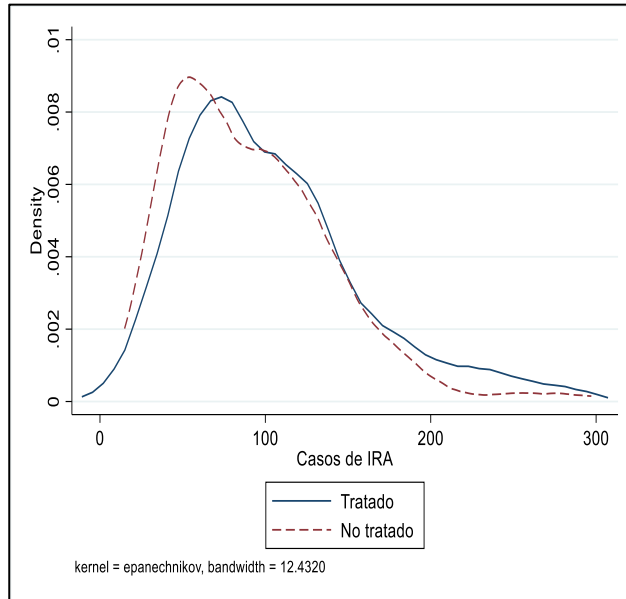


(e) Quinto quintil

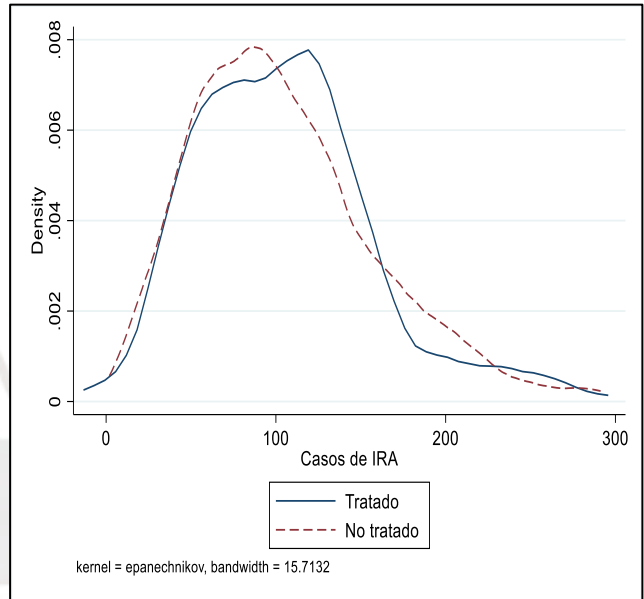


Región Natural:

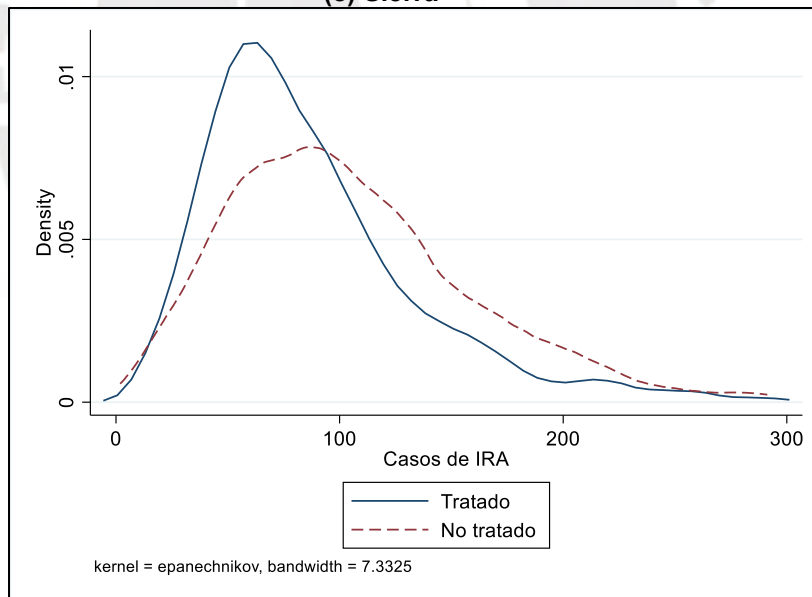
(a) Selva



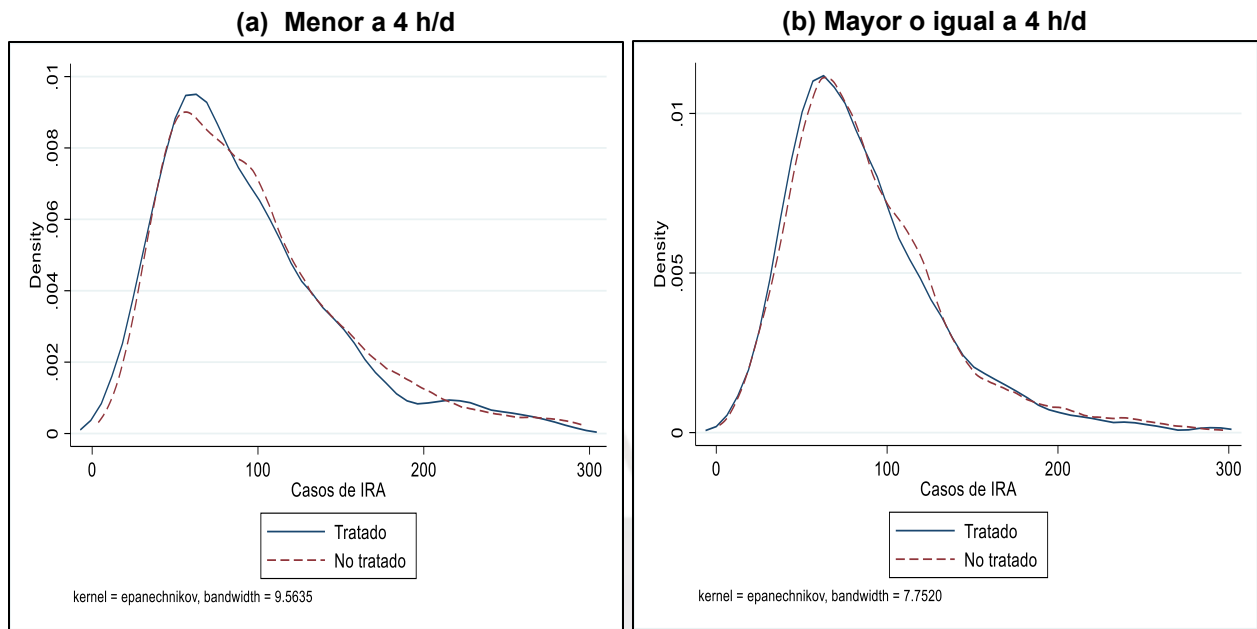
(b) Costa



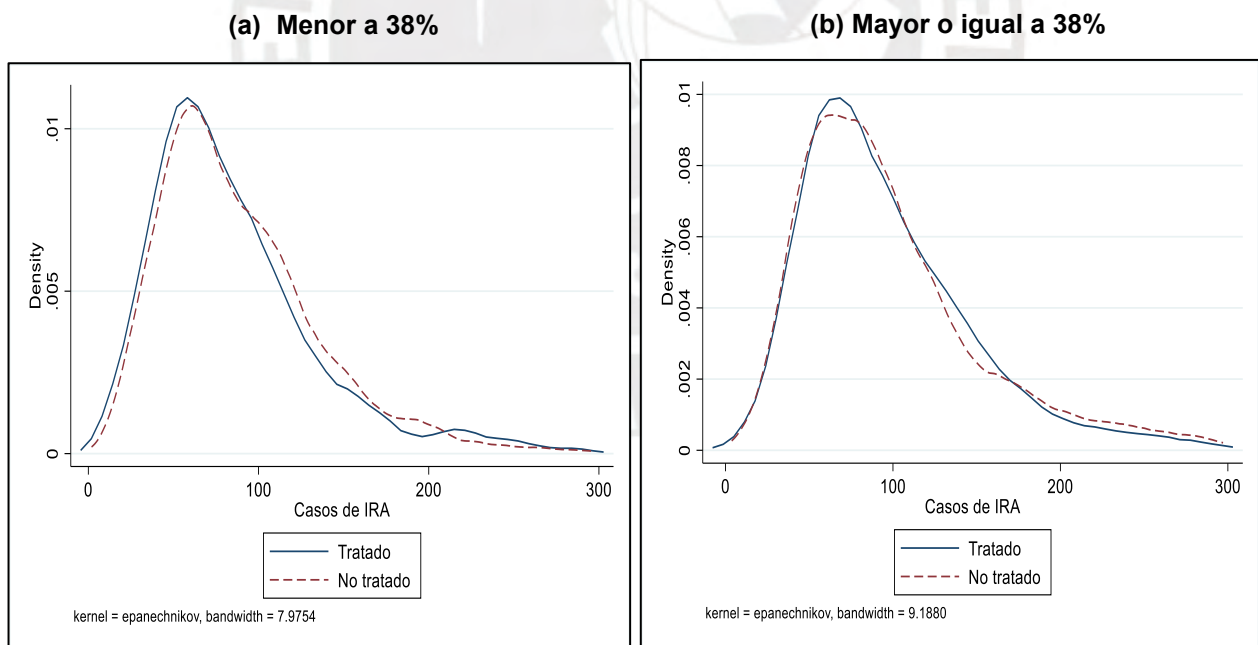
(c) Sierra



Calidad del servicio:

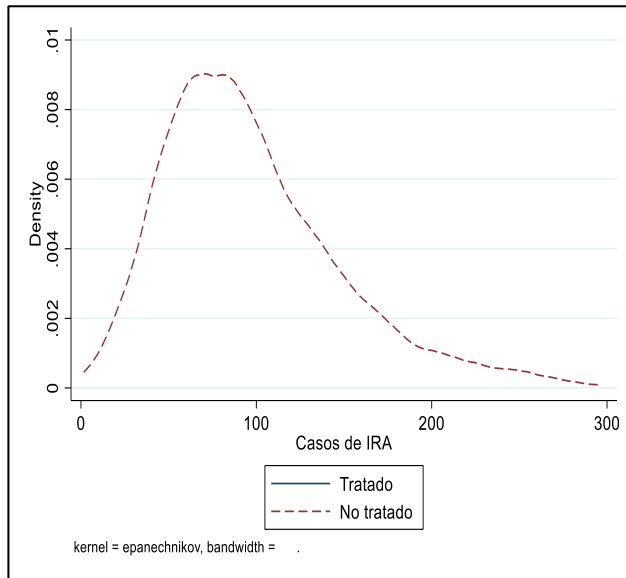


Cobertura de agua potable:

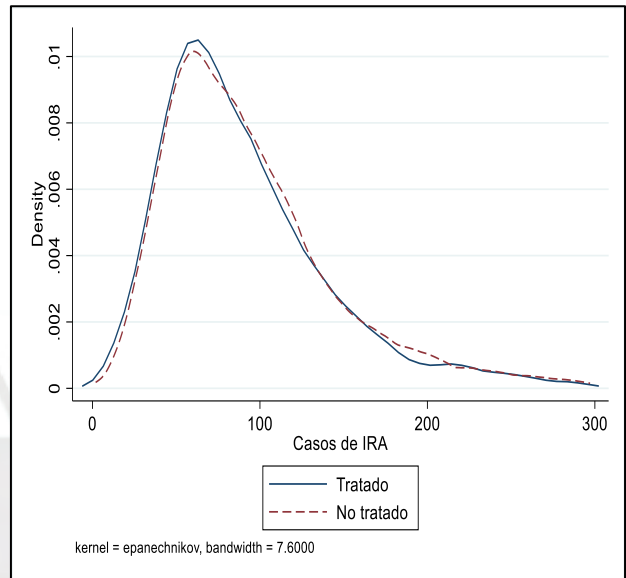


Anexo 19: Distribución de los casos de infecciones respiratorias agudas en menores de cinco años, antes y después del tratamiento

1. Antes del tratamiento (2010-2011)



2. Después del tratamiento (2012-2019)



Fuente: Panel 2010 -2019.
Elaboración: Propia.

