

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Los determinantes socioeconómicos, geográficos y
demográficos de la elección de una fuente de agua
mejorada para los años 2018-2019

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

Marco Antonio Arroyo Lazo

Asesor:

Max Arturo Carbajal Navarro

Lima, 2024

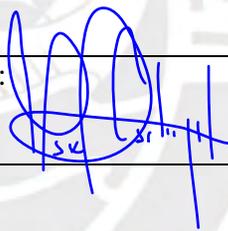
Informe de Similitud

Yo, Max Arturo Carbajal Navarro, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado Los determinantes socioeconómicos, geográficos y demográficos de la elección de una fuente de agua mejorada para los años 2018-2019, del autor Marco Antonio Arroyo Lazo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 12%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 28/05/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

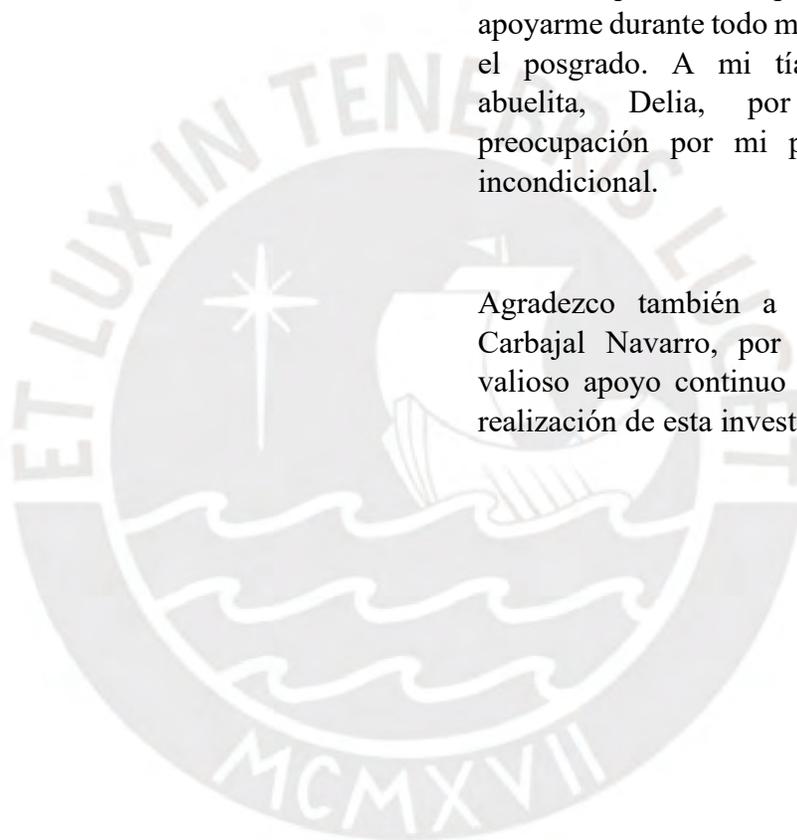
Lugar y fecha:

Lima, 4 de junio de 2024

| | |
|---|---|
| Apellidos y nombres del asesor: Carbajal Navarro, Max Arturo | |
| DNI: 42123235 | Firma:  |
| ORCID: 0000-0002-4800-4903 | |

A mis padres, Marco y Carmen, por todo el esfuerzo que dieron para motivarme y apoyarme durante todo mi tiempo cursando el posgrado. A mi tía, Guadalupe, y abuelita, Delia, por su constante preocupación por mi persona y apoyo incondicional.

Agradezco también a mi asesor, Max Carbajal Navarro, por su tiempo y su valioso apoyo continuo en el proceso de realización de esta investigación.



RESUMEN

El acceso, uso y disponibilidad del agua es importante para la salud y la economía de los hogares del país. Efectivamente, el agua permitirá tener una hidratación adecuada y promoverá el funcionamiento correcto del cuerpo. La salud de la población se encontrará en niveles óptimos. De ello, la fuerza laboral de un país será mucho más productiva, lo cual llevará a un crecimiento económico mucho más alto. Sin embargo, en el ámbito rural peruano, el acceso a este servicio es precario debido a que existen diversas fuentes de agua no mejoradas; es decir, no están protegidas de factores contaminantes externos al medio. La literatura internacional de este tema ha mostrado que hay factores socioeconómicos, geográficos y demográficos que hacen que un hogar que tiene la elección entre una fuente mejorada o no mejorada prefiera utilizar la segunda. No obstante, la literatura peruana que aborda esta problemática es escasa. El objetivo de esta investigación consiste en determinar los principales factores socioeconómicos, geográficos y demográficos que afectan a la decisión de utilizar una fuente de agua mejorada para su consumo durante los años 2018-2019 haciendo uso de la Encuesta Demográfica y Salud Familiar (ENDES) completando con el Diagnostico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural (DATASS). Se emplea un modelo condicional logit de efectos fijos complementado con un modelo probit. Los resultados evidencian que el nivel de riqueza de un hogar y el precio por el servicio serán características importantes al momento de la elección.

Palabras Clave: Fuente de agua mejorada, economía rural, logit condicional de efectos fijos.

ABSTRACT

The access, use and availability of water is important for the health and economy of the country's households. Indeed, water will allow adequate hydration and will promote the correct functioning of the body. The health of the population will be at optimal levels. As a result, a country's workforce will be much more productive, which will lead to much higher economic growth. However, in rural Peru, access to this service is precarious because there are various unimproved water sources; that is, they are not protected from contaminating factors external to the environment. The international literature on this topic has shown that there are socioeconomic, geographic and demographic factors that make a household that has the choice between an improved or unimproved source prefer to use the second. However, Peruvian literature that addresses this problem is scarce. The objective of this research is to determine the main socioeconomic, geographic and demographic factors that affect the decision to use an improved water source for consumption during the years 2018-2019 using the Demographic and Family Health Survey (ENDES) by completing with the Diagnosis on Water Supply and Sanitation in Rural Areas (DATASS). A conditional fixed effects logit model is used, complemented by a probit model. The results show that the level of wealth of a household and the price for the service will be important characteristics at the time of the choice.

Keywords: Improved water source, rural economy, conditional fixed effects logit.

ÍNDICE

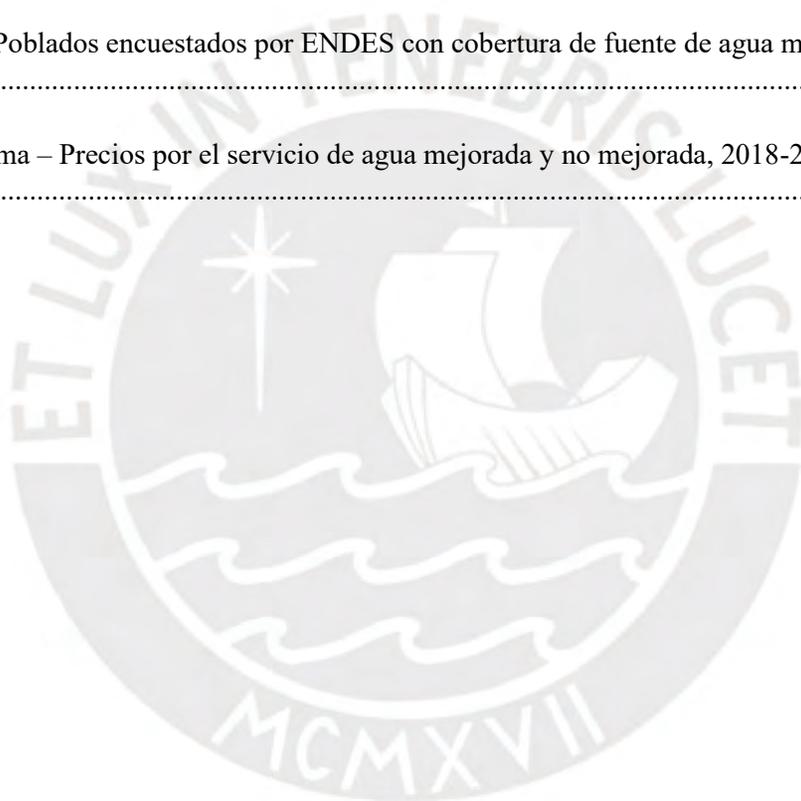
| | |
|---|----|
| 1. Introducción..... | 1 |
| 2. Situación de la problemática..... | 4 |
| 2.1. Planteamiento del problema y pregunta de investigación..... | 4 |
| 2.2. Contribución del Estudio | 11 |
| 2.3. Objetivo..... | 12 |
| 3. Marco Teórico | 12 |
| 4. Marco Empírico..... | 17 |
| 5. Historia del Marco Institucional para los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el ámbito rural del Perú..... | 22 |
| 6. Hipótesis de Investigación..... | 25 |
| 7. Bases de datos y variables | 28 |
| 8. Metodología..... | 37 |
| 9. Resultados..... | 41 |
| 9.1. Modelo Condicional Logit de Efectos Fijos | 41 |
| 9.2. Modelo Probit Bivariado..... | 43 |
| 10. Conclusiones..... | 48 |
| 11. Anexos | 49 |
| 12. Bibliografía..... | 51 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Operatividad de la hipótesis..... | 26 |
| Tabla 2. Distribución de los hogares por fuente de agua, 2018-2019..... | 30 |
| Tabla 3. Distribución de los hogares panel por fuente de agua, 2018-2019 | 33 |
| Tabla 4. Distribución de los hogares panel por fuente de agua mejorada o no mejorada, 2018-2019..... | 34 |
| Tabla 5. Distribución de los hogares que cambian de fuente de agua, 2018-2019 | 34 |
| Tabla 6. Fuentes de las variables de la investigación..... | 35 |
| Tabla 7. Fuentes de las variables de la investigación..... | 36 |
| Tabla 8. Modelo Condicional Logit de Efectos Fijos para la elección de la fuente de abastecimiento de agua en el hogar | 41 |
| Tabla 9. Razón de probabilidades del Modelo Condicional Logit de Efectos Fijos | 42 |
| Tabla 10. Modelo Probit para la elección de la fuente de agua destinada al consumo. | 43 |
| Tabla 11. Efectos marginales para la elección de la fuente de agua destinada al consumo..... | 45 |
| Tabla 12. Efectos marginales para la elección de la fuente de agua destinada al consumo..... | 47 |
| Tabla 13. Modelo bivariado probit estimado..... | 49 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cobertura en el servicio de una fuente de agua mejorada, 2014-2022 | 4 |
| Figura 2. Porcentaje de población con servicio continuo, 2014-2022 | 6 |
| Figura 3. Porcentaje de población que tiene cobertura con un nivel adecuado de cloro, 2014-2022 | 7 |
| Figura 4. Histograma – Costo mensual promedio por el servicio de agua por centro poblado, 2018-2019. 8 | |
| Figura 5. Posesión de tierras agrícolas, 2014-2022 | 9 |
| Figura 6. Posesión de animales de granja, 2014-2022..... | 10 |
| Figura 7. Centros Poblados encuestados por ENDES con cobertura de fuente de agua mejorada, 2018-2019 | 29 |
| Figura 8. Histograma – Precios por el servicio de agua mejorada y no mejorada, 2018-2019. (Rango de precios)..... | 32 |



1. Introducción

El acceso, uso y disponibilidad del agua es importante para la salud y la economía de los hogares del país. El agua permitirá tener una hidratación adecuada y promoverá el funcionamiento correcto del cuerpo. La salud de la población se encontrará en niveles óptimos. De ello, la fuerza laboral de un país será mucho más productiva, lo cual llevará a un crecimiento económico mucho más alto. Efectivamente, Kenefick y Sawka (2007) muestran cómo los trabajadores que se encuentran correctamente hidratados tienden a ser mucho más productivos. Inclusive, muestran cómo la deshidratación es una condición muy similar a los efectos del consumo de alcohol. Por consiguiente, es importante asegurarse que los hogares tengan disponible este servicio básico. Inclusive, su acceso universal es el sexto objetivo de desarrollo sostenible propuesto por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 2015.

Existen diversas fuentes de acceso al agua y también distintas maneras de caracterizarlas. Por ejemplo, varias investigaciones caracterizan las fuentes en función a la entidad que ofrece el servicio: privadas o estatales (Crane, 1994; Larson et al., 2016; Rietveld et al., 2010). Por otro lado, siguiendo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), se diferencia dos: fuentes de agua mejoradas y no mejoradas. Las primeras son las que protegen el agua de factores contaminantes externos como son las excretas humanas o animales. Por otro lado, las fuentes no mejoradas no protegen y ni garantizan que el agua no este con contaminada por patógenos externos. Si bien se ha planteado maneras para expandir la cobertura del servicio del agua a nivel mundial, es preocupante saber que todavía hay hogares que tienen como fuente principal las que se caracterizan como no mejoradas. En un informe publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2019), muestran que, hasta el 2015, solo un 71% de personas tenían acceso a fuentes de agua mejoradas en todo el mundo. Entonces, el acceso a una fuente de agua mejorada todavía es un problema latente.

En el caso peruano, más del 7% de la población no tiene cobertura al servicio de una fuente de agua mejorada a nivel nacional. Esto significa que este sector de la población solo puede utilizar fuentes de agua no mejoradas, lo cual genera un problema en el bienestar de las personas, ya que el uso de estas fuentes no salubres hace que sea mucho más probable que se presente enfermedades infecciosas y parasitarias (Garaycochea & Beltrán, 2018). En el ámbito rural, el 22% de la población de este sector no tiene acceso a fuentes mejoradas (Instituto Nacional de Estadística e

Informática [INEI], 2023a). Múltiples investigaciones focalizadas en distintos centros poblados rurales del Perú con serias deficiencias en el servicio de agua han encontrado que la mayoría de los pobladores poseen parásitos intestinales asociados a esta deficiencia. (Romani et al., 2005; Carpio et al., 2007). Estos parásitos generan problemas de desnutrición y diarrea, en especial, en los niños. El motivo se debe a que ellos no tienen hábitos higiénicos aceptables, debido a la falta del servicio, y no tienen el sistema inmunológico bien desarrollado como el de los adultos. De ello, el INEI (2023b) muestra que 23,9% del total de niños del ámbito rural en el 2022 tiene desnutrición crónica y el 17,2% del total de niños rurales presentó diarrea dos semanas antes de ser encuestados.

A partir de lo anteriormente expuesto, la presente investigación presenta como propuesta analizar qué factores, entre ellos los socioeconómicos, geográficos y demográficos permiten determinar la elección de la fuente de agua de los hogares rurales durante los años 2018 y 2019 en el Perú. La importancia de este análisis centrado en los hogares rurales se debe a que es el ámbito que tiene disponibilidad para utilizar fuentes alternativas de agua distintas a la red pública. Además, la administración de este servicio es distinta en comparación al urbano: no se presentan Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), sino sistemas de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) compuestas por organizaciones comunales que interactúan con el gobierno municipal de la localidad del centro poblado para ofrecer el servicio de agua.

En este contexto, se utilizará la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) complementada con información del Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural (DATASS) correspondiente a los años 2018 y 2019 para analizar la relación de los factores socioeconómicos, geográficos y demográficos sobre la decisión del uso de las fuentes de agua mejoradas. Dicha encuesta proporciona información detallada sobre estos factores en relación a cada hogar. Aunque se reconoce que la ENDES no se centra en temas relacionados con agua y saneamiento, la formulación de la pregunta para obtener datos sobre la fuente de agua utilizada para el consumo difiere de la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (ENAPRES), la cual sí está enfocada a analizar cobertura, calidad del agua y saneamiento. La discrepancia en la formulación de las preguntas se puede verificar consultando los manuales para los entrevistadores de cada encuesta. Por ejemplo, la ENAPRES utiliza una pregunta basada a determinar el acceso de un hogar a una determinada fuente de agua; es decir, si el hogar cuenta o no con una conexión de agua específica para su uso general (INEI, 2019). Esto se debe a que esta

información se utiliza para construir indicadores de estos temas. En cambio, la pregunta en el manual del entrevistador de la ENDES aborda la cuestión de la fuente de agua principal para beber en caso de disponibilidad de varias opciones. Además, aborda la posibilidad de que un hogar pueda cambiar su fuente de agua según la estación del año (INEI, 2018).

Por todo ello, se realizará la estimación de un modelo condicional logit de efectos fijos para los años 2018 y 2019 para analizar la decisión del uso de fuente de agua de un determinado hogar. Se trabajará con una muestra de 192 hogares que cambiaron de decisión entre estos dos años. Por tal motivo, a manera de análisis de robustez de los resultados, también se estimará un modelo probit utilizando un *pool* de datos de ambos años. Se está excluyendo el periodo de pandemia (2020 y 2021) debido a las perturbaciones que la cuarentena y el temor al contagio de la enfermedad generó sobre los hogares.

Por otro lado, el aporte de la investigación será explicar los principales determinantes de la elección por fuentes mejoradas de agua en el ámbito rural peruano, dado que no se dispone de investigaciones previas en esta región que aborden este aspecto del servicio. Esta problemática sugiere que no solo es suficiente expandir la cobertura del servicio de fuentes de agua mejoradas, sino también que esta tenga cualidades como la cobertura y calidad óptimas. En última instancia, se espera que este estudio sirva como diagnóstico para mejorar la información que las encuestas ofrecen en relación al análisis del sector de agua y saneamiento.

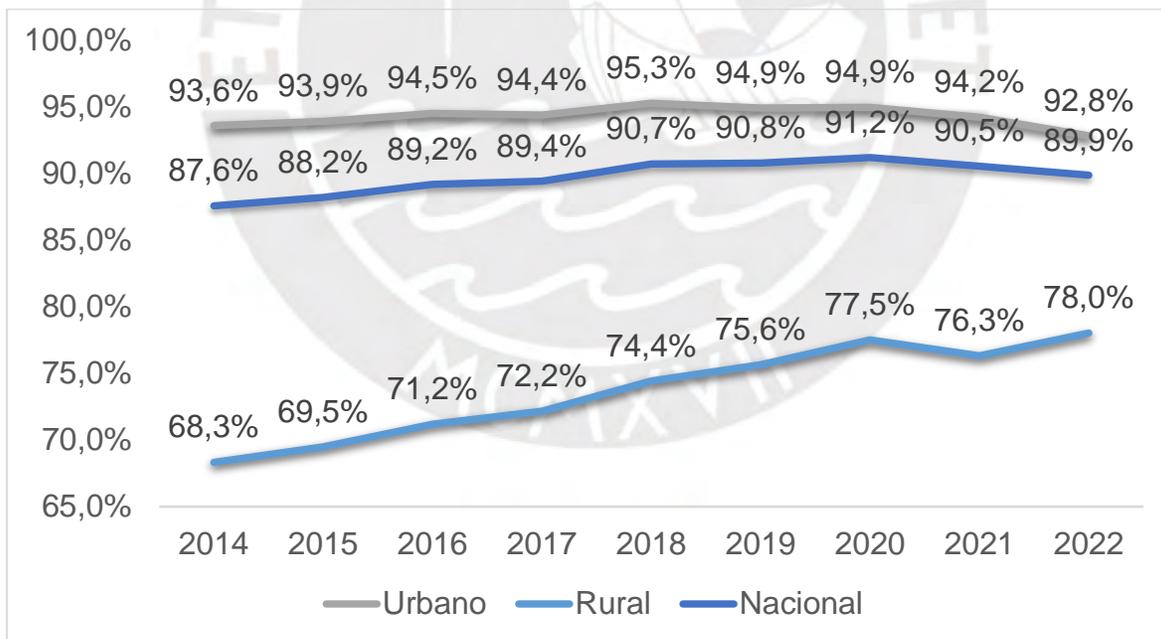
Para terminar con la sección, la estructura del documento está dividido en siete secciones. La primera sección es la introducción, en la cual se introduce la problemática, el objetivo de la investigación y la metodología. La segunda sección es la situación de la problemática, en la cual se desarrolla el problema, se presenta la contribución del estudio en la literatura económica y se explicita los objetivos. La tercera sección es la revisión de literatura, la cual se divide en dos: el marco teórico y el marco empírico. En la cuarta sección se presentará las características de la base de datos y las variables que se utilizan a partir de la encuesta. La quinta sección desarrolla la metodología econométrica utilizada para cumplir con los objetivos de la investigación. La sexta sección mostrará los resultados obtenidos de la estimación del modelo econométrico. La última sección contendrá las conclusiones que se obtienen en la presente investigación.

2. Situación de la problemática

2.1. Planteamiento del problema y pregunta de investigación

Conforme al INEI (2020a), el ámbito rural peruano se define como aquellos centros poblados con una población inferior a los 2000 habitantes. Estos centros, en su mayoría, son considerados como áreas habitadas principalmente por hogares en situación de pobreza, ya que estos tienden a concentrarse en estos lugares (Castillo & Huaranca, 2022). Además, suelen estar desconectados de las zonas urbanas debido a la falta de infraestructura. En consecuencia, en este ámbito es más común encontrar diversas fuentes de agua disponibles para los hogares, como ríos, acequias, manantiales o pozos subterráneos de agua, debido a las restricciones que tienen. De acuerdo con la información de la ENAPRES, la cobertura en el servicio de una fuente de agua mejorada en estas zonas es sumamente deficiente en comparación al entorno urbano. Por fuente de agua mejorada, se refiere al agua que se transmite por red pública tanto dentro como fuera de la vivienda y el uso de un pílón o grifo público:

Figura 1. Cobertura en el servicio de una fuente de agua mejorada, 2014-2022



Fuente: ENAPRES - INEI (2023).

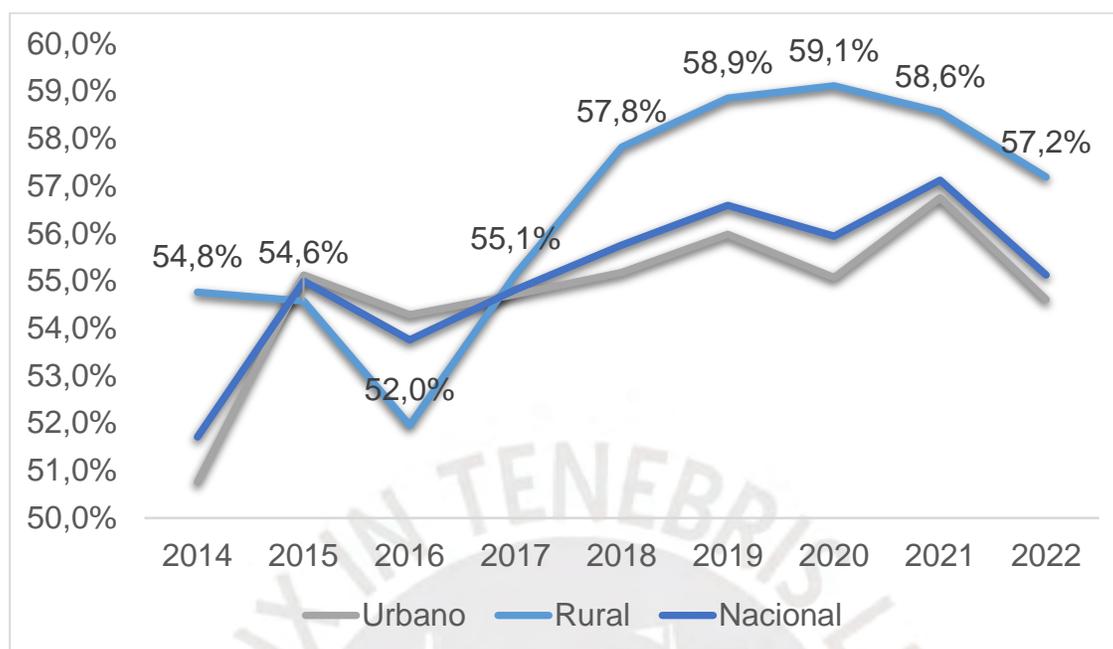
Elaboración propia.

Como se evidencia en la Figura 1, en el año 2022, más del 22% de la población a nivel rural no dispone de acceso al servicio de fuente de agua mejorada. Esto se traduce en aproximadamente 1,46 millones de personas que carecen de cobertura en el ámbito rural. A pesar de que estos indicadores han experimentado mejoras desde 2014, persisten desafíos para cerrar la brecha existente entre el entorno urbano y rural en cuanto a temas de acceso a servicios de agua mejorada.

Sin embargo, es preocupante observar que dentro de los que disponen de acceso al servicio de fuente mejorada, no necesariamente lo van a utilizar. Para contabilizar a esta población se hará uso de la información de la ENDES y el DATASS. A diferencia de la ENAPRES, la ENDES busca indagar el uso principal de la fuente de agua más usada independientemente si el hogar posee o no una fuente de agua mejorada (red pública dentro, fuera de la vivienda o pileta). El DATASS complementa esta información con el porcentaje de hogares que tienen acceso a la fuente de agua mejorada dentro de un determinado centro poblado. Por lo tanto, se puede analizar a nivel de hogares, cuánta población tiene el servicio de fuente de agua y decide no utilizarlo. De 1 791 millones de personas, para el 2018, aproximadamente el 13,66% no utiliza la fuente de agua mejorada. Para el 2019, el 13,56% de 1 685 millones no utiliza la fuente.

La literatura ha mostrado diversas razones por las cuales una persona decide no escoger la fuente mejorada. Estas se pueden explicar por las características de la fuente de agua y las características propias de los hogares (Nauges & Whittington, 2009). El estudio de las primeras características guarda relación mucho más clara con el proceso de elección: la continuidad y la calidad del agua proveniente de la fuente. En el caso peruano, solo se tiene información de la fuente mejorada de estas características, debido al formato de las encuestas. En otras palabras, las preguntas que recogen la información de estas dos características solo se realizan cuando el hogar informa que utiliza una fuente mejorada. En el total de la población los niveles de continuidad y calidad de la fuente de agua mejorada son los siguientes:

Figura 2. Porcentaje de población con servicio continuo, 2014-2022



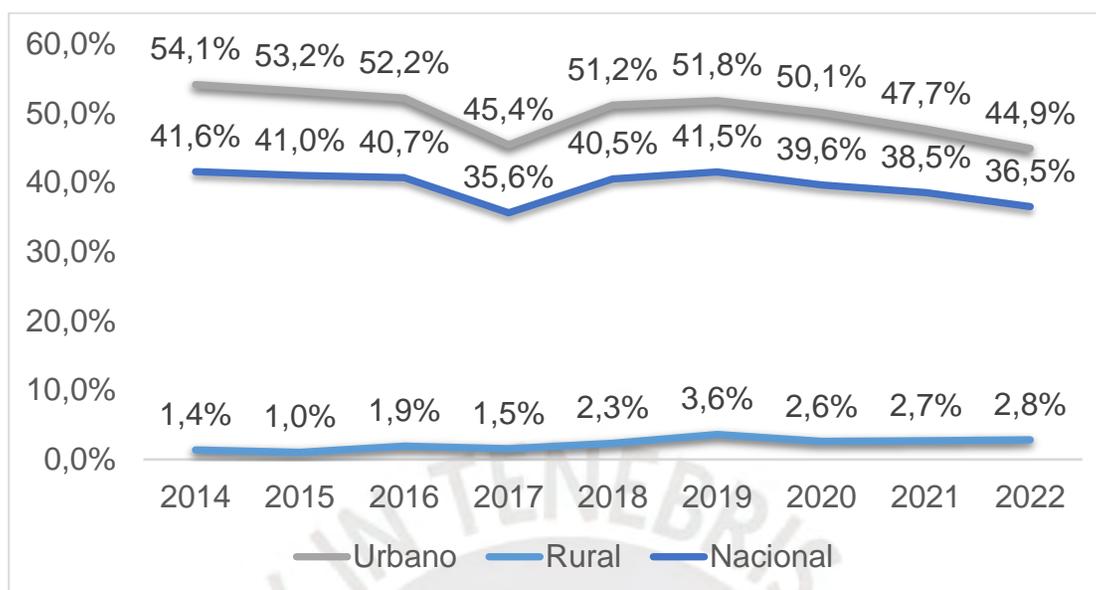
Fuente: ENAPRES – INEI (2023)

Elaboración propia.

En la Figura 2, se observa que, en cuanto a la continuidad del servicio, el ámbito rural supera significativamente al urbano y al promedio nacional. El 57,2% de la población rural con cobertura experimenta un servicio continuo y sin interrupciones. Se debe notar que la disminución en la continuidad en 2015 se atribuyó a una sequía que afectó al país en ese periodo. En consecuencia, la continuidad en el ámbito de interés se sitúa en una posición más favorable que en el entorno urbano.

A continuación, se abordará la calidad del agua ofrecida en la cobertura, evaluando el nivel de cloración presente en el agua suministrada. Para considerarla de calidad, se espera que la concentración de cloro en el agua sea superior a 0,5mg/l, aunque esta cifra constituye una aproximación. No obstante, considerarla potable requiere de características adicionales que las encuestas disponibles no registran. Además, es crucial tener en cuenta que la medición de la cloración del agua no siempre se realiza en la misma fuente de agua, sino en recipientes de almacenamiento. Por todo ello, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2022) considera que los resultados de este indicador deben interpretarse como un límite inferior de los valores reales:

Figura 3. Porcentaje de población que tiene cobertura con un nivel adecuado de cloro, 2014-2022



Fuente: ENAPRES – INEI (2023)

Elaboración propia.

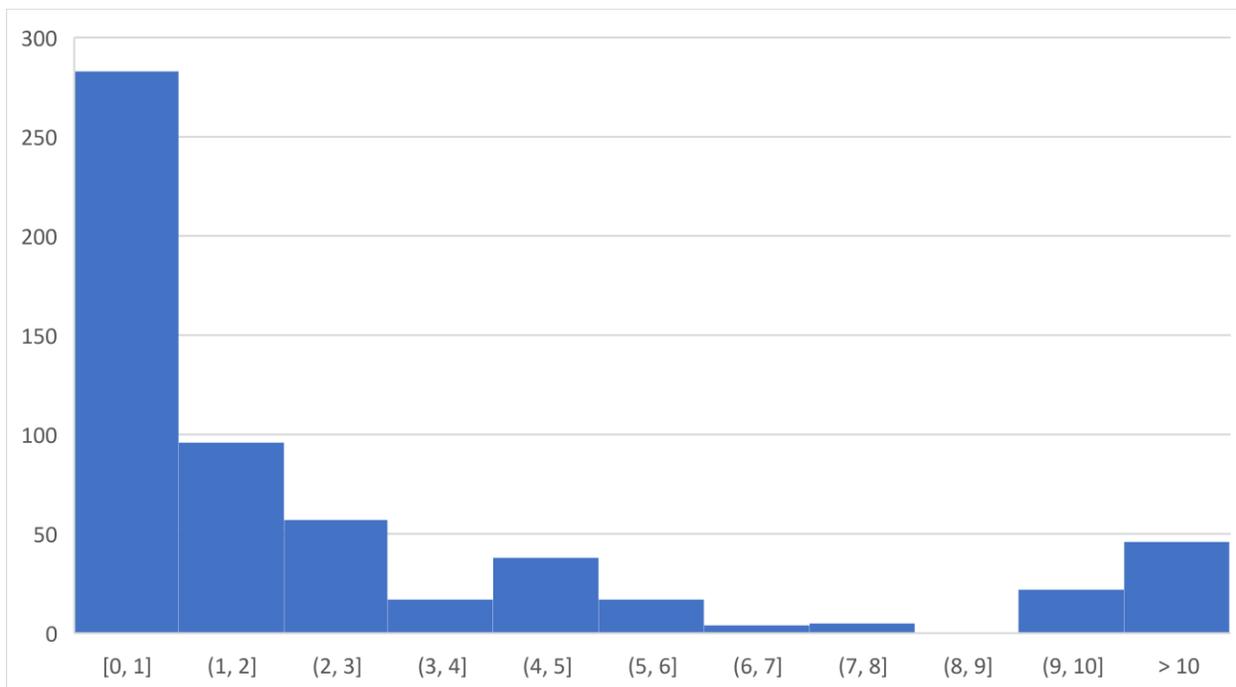
La figura 3 exhibe el problema crítico que enfrenta el ámbito rural en relación con los niveles de cloración en la cobertura del servicio de agua mejorada. La brecha existente entre los dos ámbitos supera el 40%, siendo los niveles promedios nacionales inferiores al urbano debido a la situación del rural. La identificación de esta situación problemática se atribuye a factores relacionados con los responsables de la prestación del servicio en el contexto rural. Los bajos cobros de tarifas asociados al servicio de agua dificultan la implementación de prácticas de cloración.

Por otro lado, en el 2018, en el caso de la población que tiene la elección de una fuente de agua en el ámbito rural, se observa que de los 351 centros poblados con información más del 70% no tiene un servicio continuo o con serias deficiencias y también tiene una infraestructura deplorable. En el 2019, de los 396 centros poblados con información el 68% no tiene un servicio continuo y tiene problemas en su infraestructura. Continuando, para ambos años casi el 90% de los centros poblados totales no tiene un sistema de clorado de agua. Inclusive, los que realizan el clorado lo realizan deficientemente. (MVCS, 2023a)

Como se observa, estas dos características hacen que los hogares prefieran utilizar una fuente no mejorada. Inclusive, el uso de la fuente mejorada implica un gasto monetario que no contemplan

los que usan la fuente no mejorada. Siguiendo con la información de DATASS, la mayoría de hogares que no pagan el servicio de agua lo hace por falta de voluntad. Si uno analiza los precios promedios que se pagan por el servicio de agua en cada centro poblado para los dos años encuentra que la mayoría se concentra en valores menores a los dos soles mensuales:

Figura 4. Histograma – Costo mensual promedio por el servicio de agua por centro poblado, 2018-2019.



Fuente: DATASS – MVCS (2023a)

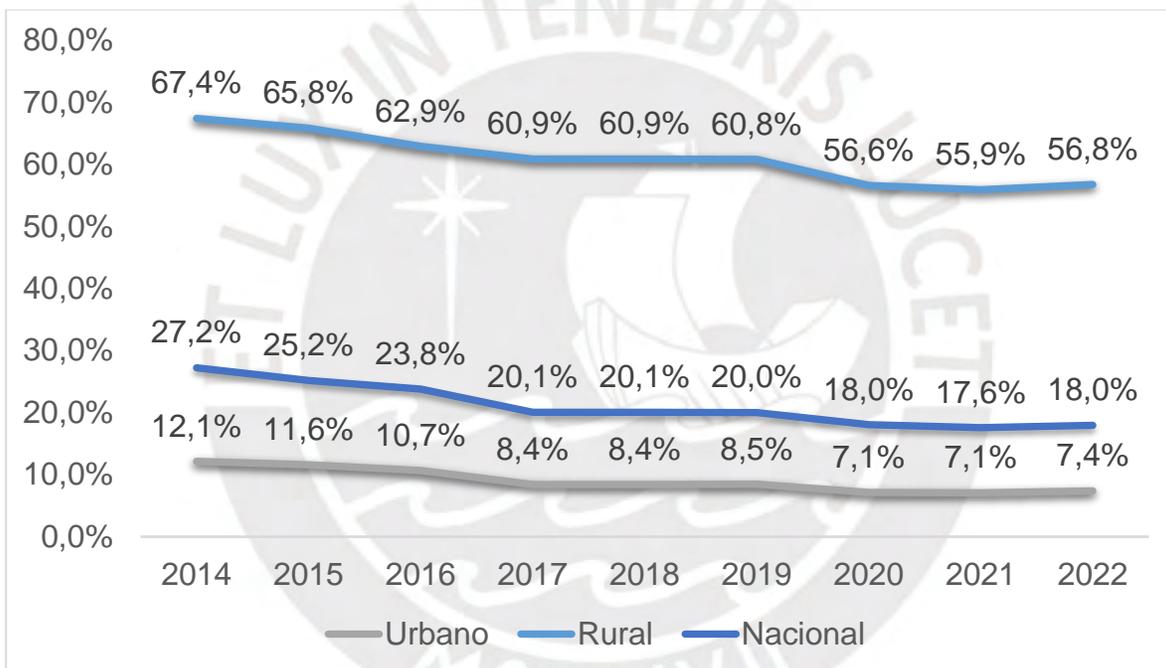
Elaboración propia

La figura 4 muestra el número de centros poblados con información de 2018-2019 y la cuota que cobran por el servicio de agua. Aún con los niveles bajos de precio, más del 50% de los centros poblados presenta hogares morosos. Inclusive, algunos centros poblados no pueden cobrar estas cuotas debido a la falta de voluntad de pago o acuerdos que realizan las propias comunidades para no usar el servicio que tienen disponible. Por ejemplo, el centro poblado Akapulco, ubicado en el departamento de Amazonas, tiene un sistema de agua que no utiliza debido a la falta de voluntad de pago de los hogares ubicados en este. Por lo tanto, el precio monetario que tienen que pagar y las multas que enfrentan desalientan el uso de estas fuentes. (MVCS, 2023b). Esto genera un círculo vicioso con las otras dos características, ya que sin el pago continuo de cuotas no se puede

invertir en mejoras en el servicio de la fuente de agua. De esta manera, las propias características de la fuente de agua pueden ser considerada como un detrimento a no escoger esta fuente.

Por otro lado, el MVCS (2023b) propone la existencia de algunas características propias del hogar que pueden afectar la decisión de utilizar una fuente de agua. Por ejemplo, proponen que la posesión de tierras agrícolas y animales de granja hace que sea necesario un buen servicio de agua continuo que pueda servir para irrigar las tierras y dar de beber a los animales. Estos dos tipos de características son más prevalentes en ámbito rural. En efecto, existe una brecha entre el primero y el urbano:

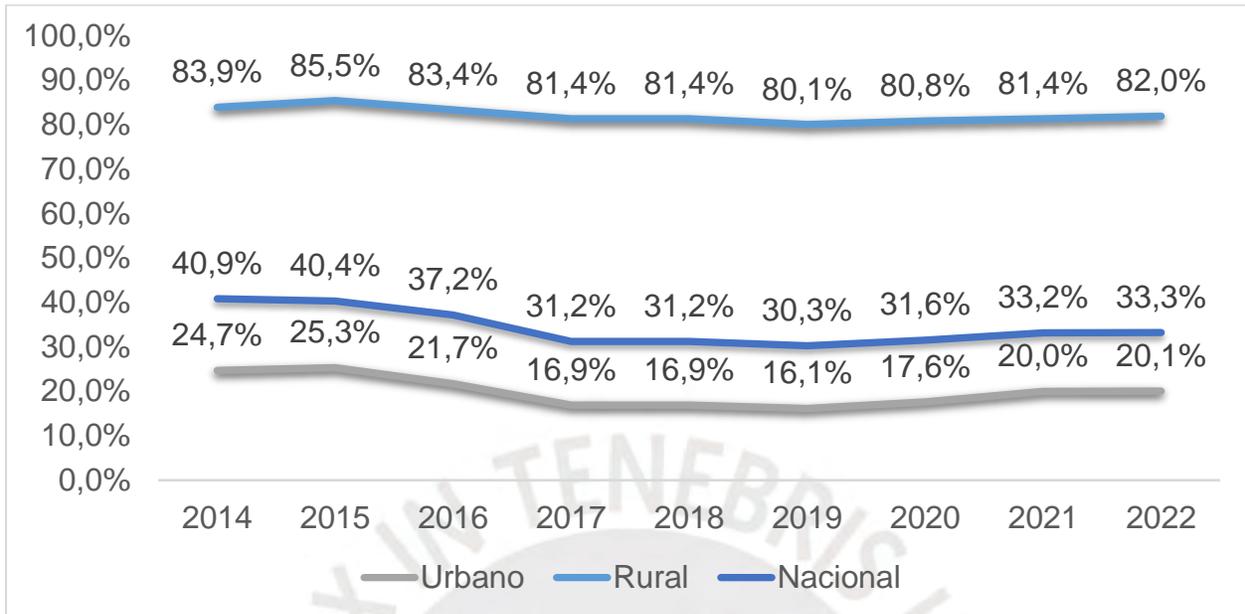
Figura 5. Posesión de tierras agrícolas, 2014-2022



Fuente: ENDES - INEI (2020b)

Elaboración propia.

Figura 6. Posesión de animales de granja, 2014-2022



Fuente: ENDES - INEI (2020b)

Elaboración propia.

Como se puede examinar en las Figuras 5 y 6, más del 60% de los hogares rurales, en promedio para el periodo 2014-2022, son propietarios de tierras destinadas para la agricultura. En el caso de la tenencia de animales de granja, este porcentaje se eleva a más del 80%. Por lo tanto, es importante analizar las relaciones que tienen las características de los hogares en la determinación de elección por una determinada fuente de agua considerando que tienen disponibles ambas. Entonces, surge la problemática de que, aun cuando existe cobertura de una fuente de agua mejorada, los hogares rurales optarán por utilizar fuentes no mejoradas. Esto implica que, a pesar de una cobertura del 78%, los hogares incluidos en este porcentaje no emplearán la fuente mejorada en su uso diario. Esta tendencia no solo se debe a la mencionada característica, sino que, como Nauges y Whittington (2009) han demostrado, factores como el nivel de ingresos, el precio, y el nivel educativo del jefe del hogar también inciden en esta elección. Por tanto, es esencial no solo aumentar la cobertura de las redes públicas de agua, sino también analizar los hogares rurales que tienen esta cobertura y aún así deciden no utilizarla. Examinar las propias características de los hogares, de sus miembros e inclusive su idiosincrasia puede contribuir a una comprensión más completa de la situación del acceso al servicio de agua en el ámbito rural.

Con base en lo expuesto, el problema de la investigación consiste en analizar que factores socioeconómicos, geográficos y demográficos influyen en la decisión de los hogares rurales de utilizar una determinada fuente de agua para su consumo durante los años 2018 y 2019 en el Perú. A partir de esto, se formula la principal pregunta de investigación que se abordará: ¿Cuál es la relación entre los factores socioeconómicos, geográficos y demográficos en la decisión de los hogares rurales de utilizar una fuente de agua mejorada durante los años 2018 y 2019? De esta manera, entre todos estos factores, se analizará cuáles son los más importantes para el contexto peruano.

2.2. Contribución del Estudio

A partir de la información abordada en el punto anterior, se destaca que los hogares rurales del Perú no están adoptando el uso de fuentes mejorada debido a factores socioeconómicos, geográfico e incluso demográficos propios de dicho ámbito, en contraste con el urbano. En este contexto, el problema se abordará a través de la decisión del hogar al selección la fuente de agua mejorada o no, considerando que esta debe tener acceso a ambas y puede realizar el proceso de elección. Precisamente, se buscará analizar qué características de los hogares influyen en su preferencia por una fuente de agua determinada, basándose en investigaciones previas tanto teóricas como empíricas. La medición de la variables dependiente se basará en el reporte de los jefes de hogares que hicieron a la ENDES durante los años 2018 y 2019 con respecto a la fuente principal de agua que se utiliza para el consumo. Se complementará el análisis con la información proveniente del DATASS. Esta encuesta la realiza el MVCS a lo largo de un año a múltiples centros poblados de todo el Perú. A diferencia de la ENDES, la información es a nivel de centro poblado y el encuestado es el encargado del sistema de agua de la fuente mejorada.

A diferencia del ámbito urbano, los hogares rurales cuentan con diversos acceso a fuentes de agua como ríos, puquios e incluso el agua de lluvia. Por lo tanto, los resultados obtenidos podrán arrojar luz sobre cuáles son las características más relevantes en la elección de la fuente de agua y qué políticas públicas podrían ser implementadas para persuadir a la población a optar por fuentes de aguas mejoradas, contribuyendo así a la preservación de la salud de los miembros del hogar. Además, se espera que esta investigación sirva de base para plantear numerosas investigaciones adicionales relacionadas con el acceso y la elección de fuentes de agua en el ámbito rural peruano, dado que no se han encontrado documentos que aborden este punto específico en el país.

2.3. Objetivo

La investigación tendrá un objetivo principal:

- Determinar la relación de los factores socioeconómicos, geográficos y demográficos de los hogares rurales peruanos más importantes sobre la decisión de utilizar una fuente de agua mejorada durante los años 2018-2019.

3. Marco Teórico

El estudio por la búsqueda de explicación económica respecto al problema de la decisión por la elección de fuentes de agua para sus respectivos usos empezó con Howe y Linaweaver (1967). Esta investigación se destaca por considerar zonas residenciales a diferencia de hogares. Se resalta también que distingue dos tipos de demanda de agua: uno doméstico (interior) y otro para riego de jardines (exterior) y definen una ecuación para cada una de estas. Para el primero, utiliza variables agregadas como promedios del valor del mercado de un hogar promedio en las zonas residenciales, la presión de agua promedio del área, el número de personas promedio en un hogar y un índice de precio regional. Para la segunda, considera que esta dependerá de las características que tiene el área a regar y factores climatológicos como es el promedio de precipitaciones. Un estudio similar es el de Danielson (1979). El autor mejora el análisis haciendo que el objeto de estudio sea los hogares en California. Considerará que la demanda por agua cambia cuando es invierno o verano. Dentro de sus variables independientes utilizó características ambientales, del hogar y de la propia fuente de agua como son el promedio de temperatura ambiente, pronósticos de lluvia, el valor de su casa, el precio del agua y el número de integrantes de su hogar dentro de su modelo. Así, el autor hace el supuesto de que estos hogares solo tienen acceso a una sola fuente de agua que es la entubada y esta se designa solo para dos usos: interno y externo como los autores anteriores. Dentro de este grupo de investigaciones también se hizo énfasis sobre la relación de los precios sobre la decisión de la cantidad demandada por agua y cómo poder aproximar la medición del precio del agua para los hogares (Agathe & Billings, 1980; Howe 1982).

No obstante, Mu et al. (1990) encontró que los estudios realizados a países en desarrollo que se hacían en base a los modelos propuestos por los autores anteriores (Banco Interamericano de Desarrollo 1985a, 1985b, 1985c; Katzman, 1977; Hubbell, 1977) no daban conclusiones concretas respecto a la problemática presente en el contexto de aquellos: la mayoría de hogares puede

escoger más de una fuente de agua para tanto su consumo u otras actividades domésticas. Por tal motivo, desarrolla un modelo basado en la teoría de la elección discreta que supone que los hogares maximizan su utilidad dado un grupo de elección que enfrenta. Las dos fuentes de agua serán comparadas con las mismas variables. Así, existirán dos grupos de variables que explicarán esta decisión: variables que miden la características de la fuente de agua y las variables socioeconómicas que miden las características del hogar. Para el primer grupo, se tendrá el tiempo de recolección del agua, el precio que se paga para obtener el agua, y el sabor que un hogar le dará al agua. Para el segundo grupo, se tiene variables como es el ingreso promedio, el nivel educativo del jefe del hogar, y el número de mujeres en el hogar. Sin embargo, se destaca que el precio para cada hogar será el mismo considerando su elección de la fuente; es decir, el precio no varía entre hogares. Por lo tanto, se extendió los resultados posibles que se pueden obtener del estudio de estos modelos.

Asimismo, Madanat y Humplick (1993) tomando como base la investigación de Mu et al. (1990) considerando que existen familias que, aún con el servicio entubado de agua, deciden no utilizarlo debido a deficiencias en este. Esto lo hacen en contraposición a investigaciones que solo se han limitado a determinar la decisión de conexión a un sistema entubado sin considerar que esta puede, y usualmente, tienen deficiencias en los países en desarrollo (Altaf et al, 1989; Singh et al, 1991; World Bank Water Demand Research Team, 1993). Entonces, los autores considerarán que un hogar utilizará diferentes fuentes de agua para diversos usos y también habrá una interdependencia entre las decisiones de la elección de la fuente de agua. De esta manera, la función de utilidad a maximizar es la siguiente:

$$U_{ni} = \max\{U_{nj}\}, \quad j = 1, \dots, J$$

Donde: $U_{nj}, \forall j \in J$ son funciones de utilidad aleatorias condicionadas a la elección de la decisión. De esta manera, la función tendrá dos componentes: uno sistemático y uno con una distribución aleatoria.

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni}, \quad i \in J$$

Sin embargo, antes de maximizar su utilidad el consumidor tiene que realizar una elección y_{ni} que tomará el valor de 1 si un hogar n escoge una determinada alternativa i y un valor de 0 si no lo

hace. Entonces, la maximización de la utilidad dependerá de la probabilidad de la elección i que se puede expresar de la siguiente manera:

$$P(y_{ni} = 1) = P(V_{ni} + \varepsilon_{ni}) = \max\{V_{nj} + \varepsilon_{nj}\} \quad j = 1, \dots, J$$

En esta línea, considerando la distribución de ε_{ni} se obtendrán distintos modelos de elección. En el caso de los autores Madanat y Humplick (1993) llegarán al modelo multinomial logit (MNL) utilizando la distribución de Jumbel:

$$P_{n(i)} = \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_j \exp(V_{nj})}$$

Por otro lado, analizan cómo un determinado uso que se le da al agua influirá en la decisión para optar por una fuente de agua entubada. Mediante su modelo, mostrarán que la decisión de conexión a una determinada fuente de agua dependerá, en mayor medida, del tipo de almacenaje que utilizan. Utilizaron datos de 900 hogares de la ciudad de Faisalabad ubicado en Pakistan y los dividieron en 300 observaciones para cada área. Esta ciudad se destaca por tener problemas en sus sistemas de agua entubada. De esta manera, un hogar puede tener disponible el acceso a agua entubada, pero si no le satisface esta fuente para sus determinados usos van a tener que recurrir a utilizar fuentes alternativas a ella. Por ejemplo, algunos hogares van a buscar mejorar su experiencia de consumo de agua con fuentes externas a la entubada como es el uso de un motor o manual para obtener agua subterránea y de vendedores de agua embotellada. El modelo de estimación se basa en un logit multinomial considerando 4 alternativas de fuentes de aguas adicional al agua entubada con dos usos: consumo y para higiene personal. Ambos usos se destacan por requerir características indispensables como la calidad, para el primero; y, para el segundo, presión y fiabilidad. Los autores concluyen que existe dependencia entre las decisiones que un hogar puede tener respecto a las fuentes de agua y sus usos que le da. Además, las características de la fuente de agua tendrán efectos diferenciados al uso que se le dé; por ejemplo, la calidad del agua será importante cuando se destina al consumo, y la presión y fiabilidad del sistema cuando se utiliza esa fuente para bañarse. De ello, los autores concluyen que el destino de uso del agua influye sobre la decisión de elección de la fuente de agua.

Continuando, Persson (2002) mejora el modelo económico que plantean los dos autores anteriores debido a que no se consideró una posible inconsistencia con la maximización de la utilidad teórica

respecto al modelo de utilidad aleatorio (RUM). La investigación destaca la importancia de incorporar una variable que aproxime el ingreso, ya que con esto permite la consistencia del modelo teóricamente. Para mostrar ello, el autor va a definir la función de utilidad condicional a la elección de los hogares:

$$U_j = \delta_1 C + \delta_2 X_j$$

Además, mostrará que habrá dos restricciones en la decisión de elección j . Uno asociado al consumo C y a la elección X_j :

$$C = Y - P_j$$

Donde, P_j será el precio monetario asociado a la elección j . Sin embargo, el autor menciona que este precio puede ser marginal, ya que en algunas fuentes de aguas el precio monetario es casi nulo. Esto quiere decir que el costo por utilizar una determinada fuente es más de carácter de oportunidad que monetario (Larson et al., 2006). Mientras que el ingreso Y , dada la elección, siempre será la misma. Esto puede sugerir que no será necesario analizar esta variable. Sin embargo, McFadden (1981) y Viton (1985) muestran que aproximar los ingresos como preferencias es posible y así analizar las relaciones de esta variable sobre la elección. Se verá en la presente investigación que la variable de riqueza, aproximación al ingreso, se utilizará siguiendo la recomendación de estos autores. Por otro lado, la restricción a la elección X_j será:

$$X_j = K_j + \eta_j T + \zeta_j N$$

Donde, K_j es un intercepto asociado a la elección j , T es un determinante no observado de preferencias y N es el número de personas en el hogar. La razón de esta restricción se debe a que no todos los hogares escogerán la misma fuente de agua para maximizar su utilidad. Entonces, la elección dependerá de características que cada hogar tendrá distinto a otro. Por tal razón, se tendrá que tener un intercepto que dependerá de la elección. Las preferencias no dependerán de la elección debido a que un hogar estas ya vienen predeterminadas en un hogar. De ello es que se pueda aproximar esta característica con el nivel de ingresos de un hogar. Para terminar, considerar que el número de miembros del hogar pueda afectar la decisión de la fuente de agua se centra en la reducción del costo de recolección de agua. Al combinar las dos restricciones se obtendrá la siguiente expresión:

$$U_j = \delta_1(Y - P_j) + \delta_2(K_j + \eta_j T + \zeta_j N)$$

Entonces, reordenando la expresión y presentándola en forma reducida se llegará a esta expresión:

$$U_j = \beta_{0j} + \alpha P_j + \beta_1 Y + \beta_{2j} T + \beta_{3j} N$$

Como β_1 no está identificado debido a que no cambia dada la elección j , la variable del ingreso Y tendrá que tener un β invariante dada cualquier elección j . De esta manera, la variable de riqueza que será utilizado en la presente investigación será considerando como una aproximación al ingreso. La variación de esta variable hará que se puedan llegar a muchas más elecciones j . De la misma manera, considerando la distribución del error se podrá lograr obtener el modelo probit o logit.

Así, Persson (2002) sentó las bases teóricas para la especificación del modelo de elección de fuente de agua para su posible estimación empírica. Para probar este modelo, tomará datos de hogares de la isla de Cebu ubicado en las Filipinas para el año 1989. En este caso, el ámbito rural en las Filipinas se define considerando la densidad y tamaño de la población. Aleatoriamente se tomó 33 zonas rurales y urbanas de esta isla. Utilizará un modelo condicional logit tomando como base el agua que se compra en un quiosco. Esta fuente la comparará con otras siete fuentes: agua entubada, agua subterránea a motor dentro del hogar, agua subterránea a motor fuera del hogar, agua de lluvia, pileta pública, fuente abierta y agua de superficie. Para aproximar su variable de precios toma la distancia que toma en promedio recoger el agua de la fuente más cercana de agua si es que no usa agua entubada y la comparará con el precio del agua del quiosco. El autor destaca que mientras más aumenta el precio (costo de recolección) el hogar debería dejar de utilizar la fuente más costosa por la más barata. Por consiguiente, imputará un valor mucho más grande en una estimación alternativa si es que esto se cumple. El autor encontrará que los hogares preferirán utilizar fuentes de agua que no les incurra gastos monetarios a diferencia de las otras fuentes que requieren de instalación como es los que funcionan con motores y entubada. Por otro lado, mientras más miembros del hogar se preferirá utilizar una fuente que solo incurre en gastos de recoger el agua, debido a que se hace mucho más barato recogerla. Sin embargo, el autor destacará que las políticas públicas deberían enfocarse a garantizar la calidad del agua de las determinadas fuentes de agua, ya que interactuar con el nivel de ingreso, precio o miembros del hogar no es fácil. Sin

embargo, ofreciendo agua potable de calidad de una determinada fuente es la posible solución al problema que puede traer utilizar una fuente no protegida.

De esta manera, el modelo propuesto por Persson (2002) puede ser aproximado empíricamente considerando otras variables a aproximar en el proceso de decisión de una determinada fuente de agua. Todo ello considerando cómo la variable T de preferencias dependerá de una serie de características del hogar sean socioeconómicas, geográficas o demográficas. Además, considerando la manera en cómo se modela la decisión de elección de la fuente de agua de los hogares y sus distintas relaciones.

Sin embargo, Nauges y Whittington (2009) destacan que teóricamente todavía no se ha podido desarrollar un modelo que incorpore el estudio de la elección de demanda por agua entubada en hogares que todavía no tienen el acceso a este servicio. Los autores comentan que suponer que se tendrá las mismas preferencias antes y después del acceso a este servicio es muy difícil de corroborarlo empíricamente. Este contrafactual todavía no ha podido ser subsanado teóricamente y mucho menos empíricamente en la línea de investigación respecto a la decisión de elección de fuentes de agua. De esta manera, estudiar teóricamente los determinantes del acceso a una fuente de agua debe suscribirse a la teoría de elección por una fuente de agua. No obstante, la interpretación de resultados empíricos se hará

A manera de resumen, el modelo teórico de la demanda por agua inició en un contexto donde solo se presentaba una sola fuente de agua que usualmente era la entubada. No fue hasta la investigación de Mu et al. (1990) que extendería el modelo de Danielson (1979) considerando que hay situaciones en las cuales los hogares tienen disponible más de una fuente de agua. Sin embargo, esta adición no fue suficiente debido a que se encontró que usualmente la elección dependía del uso destinado al que se le daba el agua. Efectivamente, la investigación de Mandanat y Humplick (1993) se centró a estudiar cómo los hogares diversifican las fuentes de agua considerando características como la disponibilidad y la calidad del agua proveniente de estas. Por otro lado, Persson (2002) mejoró la consistencia del modelo resaltando la importancia del rol de las variables que se utilizan para su estimación empírica. Se destaca el rol de los ingresos sobre la solución y cómo esta variable debe ser tratada como una aproximación a las preferencias del hogar más que la propia naturaleza de la variable.

4. Marco Empírico

Luego de haber explicado cómo se desarrolló el modelo teórico en el cual se basará el modelo econométrico de la presente investigación, es necesario mostrar cómo se puede aproximar la variable de preferencias considerando una gama de características propias del hogar y su relación sobre la variable principal que es la decisión de acceso a una fuente de agua mejorada. Las técnicas econométricas para lograr ello siempre son modelos probabilísticos logísticos, ya sean multinomiales, condicionales, entre otros. El objetivo de estas investigaciones es corroborar las relaciones de las características de los hogares y las características de las fuentes de agua sobre la decisión de elección de una fuente de agua para un determinado uso.

Para empezar, existe basta literatura (Nauges & Strand, 2007; Basani et al, 2008; Mahama et al, 2014) que concluye que es más probable que los hogares con mayores ingresos y mejor educación decidirán utilizar fuentes de agua que ofrezcan mejor seguridad en su salubridad. Por ejemplo, Briand y Loyal (2013) encuentran que mientras menor educación tenga el jefe del hogar, menos probabilidad que esté conectado a un servicio ofrecido por operadores pequeños. Esta investigación, siguiendo las recomendaciones de Persson (2002), deciden aproximar la variable de ingreso por un índice de riqueza. De esta manera, se encuentra que, si un hogar tiene un punto adicional en este índice, hay 6.6% de probabilidad que tenga el servicio de agua entubada del respectivo operador disponible. Por otro lado, Rahut et al. (2016) destaca que si un jefe de hogar es mucho más educado reconocerá la importancia de beber agua de una fuente protegida y sabrá los costos de oportunidad relacionados a la salud de utilizar una fuente no segura. Por este motivo, la relación de estas características sobre la elección de agua siempre es de carácter estrictamente positivo; es decir, mientras más riqueza, educación tenga el hogar y el jefe del hogar respectivamente más probabilidad a utilizar una fuente de agua mejorada tendrá este.

Continuando, Nauges y Van Den Berg (2009) muestran una relación no tan clara respecto al número de miembros de un hogar. Los autores destacan que esta variable está estrechamente relacionada con el nivel de ingreso. Esto se debe a que, si un hogar tiene un nivel de ingreso elevado debido a que todos los miembros del hogar trabajan, se encuentra que ese hogar tendrá menos probabilidad de utilizar una fuente de agua no mejorada. Lo contrario sucederá si el número de miembros del hogar está compuesto en su mayoría por niños o adultos mayores que no pueden trabajar para aportar al nivel de ingresos de su familia. Por ejemplo, la investigación de Briand y Loyal (2013) encontró que, si el hogar es pobre y tiene muchos miembros en la familia, será menos

probable que utilicen el servicio privado de conexión de agua; lo contrario sucederá cuando un hogar no es pobre y tiene muchos miembros. De esta manera, los autores propondrán la utilización de una aproximación distinta, la cual será el porcentaje de niños o adultos mayores sobre el total de los miembros del hogar. Sin embargo, usualmente se considera que mientras más numeroso es un hogar, habrá más probabilidad de utilizar fuentes privadas. Por otro lado, el sexo del jefe de hogar afectará positivamente la decisión por fuentes mejoradas o privadas (Totouom & Fondo, 2012; Irianti et al, 2016). Esto significa que si el miembro del hogar es mujer habrá mayor probabilidad de que se prefiera utilizar una fuente de agua mejorada debido a que usualmente son las mujeres las que se preocupan mucho más por la salud de los miembros del hogar que el hombre. Sin embargo, también puede suceder lo contrario. El estudio de Rahut et al., (2016) muestra que el hombre será el más preocupado por acceder a la fuente de agua mejorada que la mujer. La explicación que dan los autores se sustenta en el nivel educativo entre estos dos géneros. El análisis que realizaron se hizo en ciudades de la India con la peculiaridad que, en promedio, las mujeres eran menos educadas que los hombres.

Respecto al costo de la recolección de agua de fuentes no mejoradas, múltiples autores muestran que hay una relación negativa entre la cantidad recolectada de fuentes que no son entubadas (Strand & Walker, 2005; Larson et al, 2006; Nauges & Van De Berg, 2009). Estos autores aproximan este costo de recolección tomando en consideración el tiempo en minutos que se demoran en ir desde la puerta de su casa a la fuente de agua seleccionada. Destacan que estos resultados pueden verse afectados respecto a la cantidad de agua que requieren los hogares y que tardará mucho más tiempo en ser trasladada de un lugar a otro. Esto genera un problema de endogeneidad respecto a los miembros del hogar, ya que mientras más miembros haya, más tiempo de transporte se requerirá debido a la mayor cantidad de agua que se deberá cargar. Por otro lado, no se está considerando los hogares que pueden tener facilidades de transporte como es el uso de mulas o caballos de carga. Para tratar de corregir estos problemas, Nauges y Strand (2007) aproximan un costo monetario considerando el salario promedio por hora multiplicado al tiempo que se requiere para llegar a la fuente de agua escogida. Los autores encontrarán que el rango de este valor de elasticidad se encuentra entre -0.4 a -0.7. Esto se sustenta en la idea de la característica de bien de primera necesidad que es el agua. Se espera que tengan valores muy bajos no significativos debido a que es un bien por naturaleza inelástico.

Cuando se habla de la calidad del agua, algunos autores lo aproximan considerando la presión del agua entubada (Madanat & Humplick, 1993) y también por preferencias por el sabor de parte de los hogares y continuidad del servicio de agua (Briand et al., 2010; Nauges & Van Den Berg, 2009). Además, también se mide la calidad con la disponibilidad en la que se tiene el servicio, ya que usualmente en los lugares rurales el servicio de agua entubada no está disponible las 24 horas del día comparado a otras fuentes que solo requieren de la movilidad hacia ellas. Esta característica también hace que los hogares tengan una motivación adicional a diversificar el uso de sus fuentes de agua. Por ejemplo, se ha encontrado que, si el servicio tiene menores cortes diarios, el uso de la fuente mejorada entubada aumentará. No obstante, la relación de esta variable será marginal a comparación de otras variables de análisis (Nauges y Whittington, 2010). Por otro lado, Nauges y Van Den Berg (2009) encuentra que una hora adicional de continuidad del servicio incrementará el servicio de consumo per cápita de los hogares de la fuente de agua entubada en Sri Lanka en aproximadamente 2%. Pattanayak et al. (2005) encuentran que, para mejorar su servicio de agua, los hogares realizarán un gasto adicional en obtener un tanque de reserva que permitirá mitigar problemas de este tipo. No obstante, si la principal fuente del hogar proviene de una fuente o de agua subterránea, se adquirirá máquinas que permitan bombear mejor el agua. De ello, la aplicación de los modelos empíricos en situaciones de baja calidad de los servicios de agua requiere de análisis conjunto de las decisiones de elección de una fuente de agua respecto a la diversificación de su uso que se le da en el hogar.

Para terminar, Nauges y Whittington (2010) resaltan que hay problemas con la información respecto a la cantidad de agua exacta que un hogar usa en un determinado periodo. Esto se debe a que no hay medidores en los hogares que permitan dilucidar aquello. Por otro lado, cuando uno hace análisis de múltiples fuentes tiene que también tener las características de las fuentes que un hogar no escoge dentro de su análisis. Por ejemplo, se debería saber cuánto un hogar hubiera caminado si no hubiera escogido la fuente de agua que utiliza. La disponibilidad de este contrafactual en datos no se presenta en ninguna base de datos de un país. También hay problemas también al determinar la relación del precio del agua con la elección (Larson et al, 2006). Usualmente, en las áreas rurales se paga una cuota fija por el agua que no varía demasiado en muchas áreas. Esto también sucede en el Perú, el costo monetario por el servicio del agua es usualmente el mínimo por mes solo para cubrir con los gastos operativos que tiene el servicio. La cuota fija no está contemplando la cantidad de uso que se le está dando al agua debido a que los

hogares no tienen medidores. Otra limitación se centra en la medición del costo para tomar agua de una fuente cercana. El costo de esta actividad depende del miembro del hogar que lo realice. A manera de ejemplo, si la recolección estuviera a cargo de un niño que todavía no participa dentro del mercado laboral, el costo no se podría medir en función al salario promedio de una zona como si se podría medir si el miembro del hogar si tiene un costo de oportunidad respecto a ello. Respecto al valor de la calidad del agua, usualmente esta información se obtiene de los hogares encuestados. Sin embargo, las respuestas pueden introducir endogeneidad. Hogares que ha sufrido enfermedades debido al consumo de agua estarán sesgadas a contestar que tiene una calidad baja, lo mismo si hubiese sucedido lo contrario. (Nauges & Van Den Berg, 2006). De la misma manera, Whitehead (2006) encuentra que la percepción de calidad depende del ingreso y educación de la familia, lo cual implica existencia de colinealidad. Una manera de evitar ello, es considerar un nivel promedio de para todo un grupo de hogares respecto a su opinión de la calidad del servicio. De esta manera, cuando se trata de aproximar el efecto del precio por el servicio de agua de una determinada fuente, es importante considerar. Por ejemplo, en el caso peruano, las encuestas utilizan una medición de color para medir la calidad del agua. Sin embargo, el cloro tiene propiedades que hacen que se oxide y se registre sesgadamente que no hay presencia de color en el agua. Esto haría que se pierda considerablemente una buena porción de la base de datos que se utilizaría para el modelo empírico, ya que se utilizaría solamente los hogares que han realizado la prueba de cloro a partir de agua adquirida directamente de la tubería.

En el caso latinoamericano, se tiene la investigación de Nauges y Strand (2007) que estudio la elección de la fuente de agua de un pozo privado, publico, pilones públicos, privados y también de camiones cisternas para 553 hogares ubicados en tres ciudades en El Salvador y 826 hogares de la ciudad de Tegucigalpa en Honduras. Los autores estiman un precio en función al costo de usar una fuente de agua que toma tiempo dirigirse a la fuente. Además, en estas ciudades se utilizan varias fuentes de agua como son caños privados, públicos, pilones públicos y hasta vendedores de agua. Los autores muestran que, si en estas ciudades habría acceso a una red pública de tuberías, existiría beneficios significativos en los hogares de estas ciudades.

Para el caso peruano, no se ha realizado investigaciones respecto a la decisión de fuente de agua ni para el ámbito urbano ni rural. De esta manera, no se tiene indicios del comportamiento de las características del hogar sobre la decisión de elección de una fuente de agua tanto a nivel urbano

como rural. La investigación más próxima es la de Hernandez-Vasquez et al. (2021). Los autores tienen como objetivo determinar la desigualdad en la calidad del servicio de agua tanto para el área rural como el área urbana utilizando datos proporcionados por la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) para los años 2008-2018. Se utilizó un modelo logístico simple para cada año para poder obtener estimador respecto a la desigualdad del acceso a una fuente de agua clorada. La variable dependiente es de carácter dicotómico que muestra si el hogar tiene o no acceso a una fuente de agua segura entubada. Esta variable depende de la población y tamaño de la ciudad de análisis. Además, el modelo depende del número de miembros del hogar, el gasto per cápita del hogar medido en soles y también el nivel de pobreza tomando tres valores: pobre extremo, pobre y no pobre. Los autores encuentran que existe una fuerte desigualdad de acceso a una fuente de agua segura en el Perú al comparar la ciudad de Lima con el resto de ciudades del país. Considerando que el acceso al servicio es mucho más grande para los sectores con grandes ingresos y ciudades mucho más grandes. De esta manera, los autores resaltan la necesidad de plantear políticas de promoción y el desarrollo de una infraestructura más inclusiva. Para terminar, el resto de las investigaciones realizadas para el país son de carácter descriptivo. Entre ellas resalta la investigación de Oblitas (2010), en la cual realiza un exhaustivo análisis de las políticas públicas que el Estado peruano ha estado realizando para mejorar el acceso a agua potable en las regiones rurales y sus posibles retos que siguen para seguir mejorando esta situación. De esta manera, en el siguiente apartado se presentará una breve historia del marco político del sector de servicios de agua potable y saneamiento en el Perú rural que ha permitido que se logre alcanzar algunas metas respecto al acceso al servicio de agua mediante fuentes mejoradas.

5. Historia del Marco Institucional para los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el ámbito rural del Perú

Históricamente, los ministerios encargados en velar por el acceso de agua en los dos ámbitos del Perú eran distintos. En el ámbito urbano, el Ministerio de Fomento y Obras Públicas (MFOP) en 1979 estuvo a cargo hasta el año 1994 que pasa a tutela del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). En el ámbito rural, este estaba a cargo del Ministerio de Salud (MINS) hasta el año 1993 cuando también pasa a competencia del MVCS.

A partir de 1962, los servicios de agua potable y saneamiento estuvieron a cargo de del MINS) mediante la Dirección de Saneamiento Básico Rural (DISABAR). Esta dirección tenía como

objetivo otorgar infraestructura a juntas administradoras propias de las regiones rurales para su administración y operación. Esta dirección tenía 17 oficinas ubicadas por todo el país para poder promocionar las diversas juntas y también asesorías técnicas. Para los años ochenta, estas oficinas pasarían a estar a cargo de los gobiernos municipales. Con la aprobación de la Ley General de Servicios de Saneamiento en el año 1994, tanto el ámbito rural y urbano pasaron a estar a cargo del MVCS. Sin embargo, por las distintas características de estos ámbitos se tuvo que plantear un trato diferenciado. Durante esta década se creó el organismo de Fondo Nacional de Compensación para el Desarrollo Social (FONCODES). Este organismo solo se enfocaba en la construcción de infraestructura y no daba asesoramiento técnico ni promoción social a la comunidad. Esto hizo que el acceso a la fuente de agua mejorada tuviera serios problemas en el ámbito rural. Se les dio la infraestructura para tener acceso al servicio de agua, pero no tenían asesoramiento técnico para poderlo utilizar u operar correctamente. Esta situación no se corrigió ni con la creación de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) en 1992. La entidad no tenía la potestad de supervisar ni dar asesoría a las juntas, lo cual agravó aún más la sostenibilidad de la inversión en infraestructura durante este periodo.

A partir de la década del 2000, la SUNASS ya no regularía el ámbito rural con la modificación de la Ley 26338 – “Ley General de Servicios de Saneamiento”. Esta responsabilidad pasaría a las municipales distritales, las cuales serían las responsables en fomentar el desarrollo de los servicios de agua. Además, se les encomendó el encargo de brindar la asistencia técnica y supervisión a las Juntas Administradoras de Servicios y Saneamiento (JASS) reconocidas en la Ley 26338 a partir de 1994. Adicionalmente, se crearon los Operadores Especializados (OE) de carácter privado que también podrían ofrecer el servicio a pequeñas localidades.

Según Water For People Perú (2016), las JASS son organizaciones comunales que se encargan de proveer los servicios de agua y saneamiento a los centros poblados y comunidades rurales. Son los administradores directos y responsables de la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable. Esta organización está compuesta de cinco miembros que componen el Consejo Directivo: un presidente, secretario, tesorero y dos vocales. Esta junta es la encargada de cobrar también por el servicio de agua a todo el centro poblado que se encuentra en su jurisdicción. Sin embargo, estas tienen el problema de no hacer un correcto mantenimiento de la infraestructura ni tienen buenas prácticas dentro de la comunidad lo cual genera la existencia de problemas dentro

del servicio de agua ofrecido en el área rural. La falta de orientación e intervención del gobierno es escasa para estas juntas. Inclusive, el cobro del servicio tiene serias deficiencias dentro de este sector. Los pagos se calculan en base al número de miembros del hogar y no por el consumo del agua, debido a la falta de medidores dentro de la infraestructura del servicio. Estos pagos usualmente no cubren los costos asociados a las actividades de operación, mantenimiento, administración, reposición de equipos y rehabilitaciones menores del sistema. Por otro lado, también se presenta la problemática de la falta de voluntad de pago de parte de la población rural (MVCS, 2022). Esto se debe a la precaria calidad del servicio de agua y la preferencia de algunos por utilizar las fuentes que no implican un costo monetario.

Por un lado, para solucionar con el problema de falta de orientación en las JASS, el MVCS funda el Programa Nacional de Saneamiento Rural en el año 2012 con el Decreto Supremo N° 002-2012-VIVIENDA para posibilitar el acceso de la población del ámbito rural a servicios de agua y saneamiento de calidad sostenibles. Además, sirve como mediador entre las comunidades y los gobiernos regionales para la aplicación de soluciones tecnológicas para la construcción rehabilitación y/o ampliación de las principales infraestructuras de saneamiento. De esta manera, el gobierno intentó solucionar el problema de la falta de capacitación de los miembros de las JASS para el mantenimiento y cuidado de la infraestructura que ofrece el servicio de agua. Sin embargo, Mesa de Concertación para la Lucha contra la Pobreza (2021) ha encontrado serias deficiencias en este programa. Por ejemplo, los acuerdos que se realizan entre el gobierno central y los regionales siempre son tardíos y también durante el periodo de la pandemia del COVID-19 se han retrasado varios proyectos de infraestructura y capacitación debido al temor por el contagio. Por otro lado, se ha observado que la idiosincrasia de algunos centros poblados hace que no se pueda adoptar nuevas tecnologías para la mejora de los servicios de saneamiento.

Por otro lado, para solucionar el problema del financiamiento del servicio de agua y la mejora de la calidad de este, la SUNASS planteó una nueva metodología para el cálculo de la cuota familiar para remediar el problema de cubrir los costos. De esta manera, con la Resolución de Consejo directivo No. 008-2018-SUNASS-CD se instauró una nueva metodología y así tratar de corregir los problemas que la anterior cuota tenía. En la guía que acompaña este informe, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2020) muestra que ahora existen tres tipos distintos para calcular el precio por el pago del servicio de agua considerando las

características de las zonas rurales. La primera forma de cálculo se basa en la anterior metodología, en la cual se cobra una cuota misma a todos los hogares considerando solamente el número de miembros del hogar restando los exonerados a este pago. Usualmente, los pobladores exonerados son los que presentan alguna discapacidad o son de edad avanzada. La segunda forma de cálculo diferencia dos tipos de hogares rurales: los que utilizan agua solo para satisfacer sus necesidades básicas y el resto que utiliza para ofrecer algún servicio adicional. De esta manera, la cuota a cobrar se diferenciará entre hogares y comercios. Los comercios tendrán un factor de ajuste que comprende una división entre el consumo promedio mensual de los dos tipos de hogares de un determinado centro poblado multiplicado por la división entre el total de los asociados a cada tipo de hogar. Por consiguiente, la cuota que pagaran los hogares del segundo tipo será usualmente el doble o inclusive el triple del que pagará el primer tipo. El último método de cálculo es mucho más sofisticado y solo se aplicará en las zonas rurales que tienen un medidor instalado en sus hogares. Esta metodología se asemeja mucho más a la metodología de cálculo del costo en el ámbito urbano del servicio. Las tres formas de cálculo de la cuota familiar mantendrán el mismo pago por morosidad que se determina según un acuerdo entre el prestador de servicio y los pobladores del centro poblado.

No obstante, todavía ha quedado por solucionar los problemas propios de los hogares como es la idiosincrasia de estos y también algunas características propias de los hogares que no se evalúan dentro de estos proyectos. Por ejemplo, un hogar evita usualmente pagar la cuota familiar porque las fuentes alternativas no tienen costos monetarios. Además, el propio servicio de baja calidad y sin continuidad puede hacer que no se prefiera utilizar el servicio ofrecido por los JASS. Estas consideraciones todavía se están planteando solucionar a nivel centralizado del gobierno.

6. Hipótesis de Investigación

La presente investigación tiene como hipótesis general que la decisión de utilizar una fuente de agua mejorada durante los años 2018-2019 se ve influenciada por factores socioeconómicos, geográficos y demográficos de los hogares rurales peruanos. Aquella se ve sustentada por las diversas investigaciones de la literatura tanto teórica como empírica que se ha realizado en diversos países que tienen un sector de su población que tienen la posibilidad de elección de una fuente de agua para un determinado uso como es África.

En la siguiente tabla se incluye la variable dependiente que será utilizada en la hipótesis y también las variables independientes que deben ser puestas a prueba para sustentar con la hipótesis general:

Tabla 1. Operatividad de la hipótesis

| Hipótesis general | Variable dependiente | Variables independientes |
|---|-------------------------------|---|
| La decisión de un hogar rural en utilizar una fuente de agua mejorada para el consumo durante los años 2018-2019 se ve influenciada fuertemente por sus factores socioeconómicos, geográficos y demográficos. | Elección de la fuente de agua | <ul style="list-style-type: none"> - Nivel educativo del jefe del hogar - Nivel de Riqueza - Posesión de animales de granja y tierras agrícolas - Tratamiento del agua de parte del hogar para hacerla segura para beber - Presencia de una bomba de agua para la fácil recolección - Ubicación Geográfica (Costa, Sierra o Selva) - Nivel educativo - Género del jefe de familia del hogar - Proporción de niños menores de 5 años sobre el número total de miembros del hogar - Precio a pagar por uso de la fuente de agua |

Elaboración propia

Todas las variables propuestas se encuentran en la literatura desarrollada por varios autores, como se evidenció en el apartado empírico. En todas las investigaciones realizadas, el nivel de la riqueza y la educación tienen una relación positiva en la decisión de utilizar una fuente de agua mejorada. Investigaciones como las de Madanat y Humplick (1993) y Persson (2002) subrayan la importancia de analizar estas variables dada su relevancia teórica. De hecho, en la revisión empírica, todas las investigaciones citadas confirman que deberían ser significativas y positivas. Las diferencias que existen entre estas radican en cómo se abordan empíricamente estas variables.

En segundo lugar, las variables de posesión de animales de granja y tierras agrícolas son novedosas y no han sido analizadas en investigaciones previas. De acuerdo con el análisis empírico realizado por el MVCS (2023b), un hogar que tenga alguno de estos bienes, optaría por utilizar una fuente

de agua no mejorada debido a que los hogares rurales consideran que el agua que proviene de una fuente mejorada tiene niveles de cloro no aceptables para los animales o plantas. Sin embargo, esto solo es una conjetura que será puesta a prueba en la estimación.

En tercer lugar, se espera una relación positiva entre el tratamiento del agua y la elección de la fuente de agua mejorada. Los hogares que tratan su agua demuestran preocupación por su salud y la fuente de la cual obtienen el agua. Investigaciones como la de Smiley (2017) resaltan la importancia del tratamiento de agua y cómo algunos hogares no pueden realizar dicho tratamiento debido a la falta de insumos como gotas de color o gas para hervir el agua. En el caso peruano, esta variable será importante en el análisis, ya que, como se ha visto en la Figura 3, los niveles presencia de cloro en el ámbito rural hace que sea un requisito indispensable tratar el agua independientemente sea de fuente mejorada o no.

En cuarto lugar, la variable de ubicación geográfica abordará características propias de las regiones del país. Diversas investigaciones muestran que existen diversos efectos geográficos debido a la distancia que hay entre las grandes ciudades con los centros poblados. Mientras más distancia exista, menos probable que el centro poblado tenga un sistema de agua con infraestructura óptima.

En quinto lugar, respecto al género del jefe del hogar, diversas investigaciones muestran resultados diversos para esta variable. La investigación de Rahut et al. (2016), por ejemplo, analiza el papel de las características del jefe del hogar y encuentra resultados diferentes a lo esperado. Las diferencias educativas entre el hombre y la mujer generan distorsiones en el país de Bután, situación que guarda similitud con el contexto peruano en el ámbito rural. Se ha observado que más del 23.5% en promedio de mujeres en este ámbito son analfabetas, en comparación con el 3% de los hombres (Ministerio de Educación, 2018). De esta manera, se espera obtener una relación negativa.

En sexto lugar, en cuanto a la variable de la proporción de niños menores de 5 años con el total de miembros del hogar, Bamou (2021) muestra que, a mayor cantidad de niños en un hogar, mayor concientización tendrá el jefe del hogar, lo que hará más probable el acceso a una fuente de agua mejorada. Sin embargo, podría ocurrir lo contrario al considerar que la cantidad de niños facilitaría la recolección de agua de fuentes no mejoradas.

Finalmente, en lo que respecta al precio que se abona por el servicio de agua de fuente mejorada, se anticipa descubrir una relación inversa como Strand y Walker (2005) encuentran. Esto se atribuye a que el costo de recolectar agua no mejorada debería ser considerablemente más alto que el de la fuente mejorada dada la distancia y los costos asociados que implica la recolección de agua no mejorada, en contraste con la tarifa establecida por el acceso a una fuente mejorada.

7. Bases de datos y variables

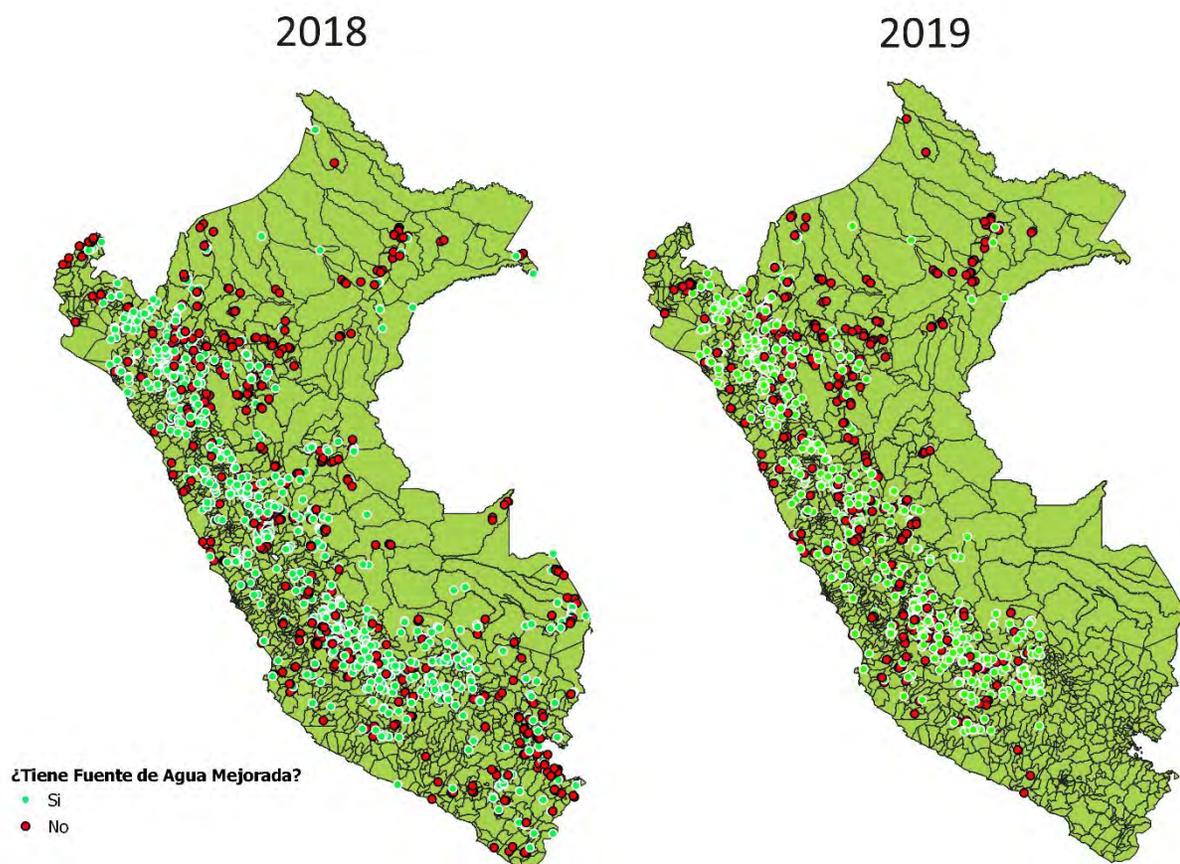
Los datos provienen de la ENDES realizada por el INEI en el año 2018 y 2019 complementado con el Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural (DATASS) de los mismos años, respectivamente. A diferencia de la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (ENAPRES), la ENDES, en su pregunta sobre la procedencia de la fuente de agua, tiene como objetivo revelar cuál fuente de agua utiliza el hogar para su consumo¹. Esto es relevante porque, en una de las opciones, se incluye el agua embotellada, elección que no puede considerarse como cobertura en el servicio de agua que realiza la ENAPRES. Este proceso implica una elección que debe llevar a cabo el hogar para seleccionar una determina fuente de agua para el consumo. Aunque se podría asumir que solo algunos hogares tienen acceso a fuentes de agua no mejoradas según lo reportado por la ENAPRES, hay un 78% que sí tiene acceso. De esta manera, para determinar qué hogares se encuentran dentro de la cobertura de las fuentes de aguas mejoradas (red pública de agua dentro, afuera de la vivienda o pilón público), se utilizará el DATASS que contiene información sobre los centros poblados con una cobertura del 100% en el servicio de agua mejorada ofrecida por las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS). Esta encuesta es realizada por el MVCS y los encuestados son los encargados del servicio de agua provenientes de fuentes mejoradas. La encuesta se realiza continuamente a lo largo del año y la unidad de análisis es por centro poblado.

Así, se tomó los ubigeos de todos los centros poblados y se llevó a cabo un cruce de información entre ambas bases de datos. De los 1 477 centros poblados registrados por la ENDES en el 2018, 852 tienen una cobertura del 100% de una fuente de agua mejorada. Para el año 2019, de los 1 459 centros poblados, 857 tienen una cobertura del 100%. Esta información puede visualizarse en los

¹ La encuesta diferencia también el destino de uso de la fuente de agua (Pregunta HV201 y HV202). Sin embargo, son solo 63 hogares rurales en los dos años que utilizan dos fuentes de agua para el consumo y otros usos.

mapas siguientes, ya que el DATASS contiene información georreferenciada de estos centros poblados:

Figura 7. Centros Poblados encuestados por ENDES con cobertura de fuente de agua mejorada, 2018-2019



Fuente: ENDES – INEI (2020b), DATASS – MVCS (2023a)

Elaboración propia

De esta manera, para el año 2018 se tendrán 6 678 hogares que pertenecen a estos centros poblados y 7 827 para el año 2019. Al hacer la unión de datos para los dos años, se tendrán en total 14 505 hogares distintos. Además, se tiene 1040 hogares que contestan para ambos años de los cuales 192 cambian su decisión de uso de fuente mejorada entre los dos años. A continuación, se mostrará la distribución de los hogares por fuente de agua desagregado por años:

Tabla 2. Distribución de los hogares por fuente de agua, 2018-2019

| Fuentes de agua | Año | | | |
|--|--------|-------|--------|-------|
| | 2018 | | 2019 | |
| | Número | % | Número | % |
| Red pública dentro de la vivienda | 5 290 | 79,22 | 6 074 | 77,60 |
| Red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio | 289 | 4,33 | 353 | 4,51 |
| Pilón/Grifo público | 131 | 1,96 | 160 | 2,04 |
| Pozo en la vivienda/patio/lote | 52 | 0,78 | 69 | 0,88 |
| Pozo público | 43 | 0,64 | 64 | 0,82 |
| Manantial | 271 | 4,06 | 319 | 4,08 |
| Rio/acequia/laguna | 132 | 1,98 | 200 | 2,56 |
| Agua de lluvia | 14 | 0,21 | 19 | 0,24 |
| Camión cisterna | 19 | 0,28 | 53 | 0,68 |
| Agua embotellada | 94 | 1,41 | 134 | 1,71 |
| Otro | 343 | 5,14 | 382 | 4,88 |
| Total | 6 678 | 100 | 7 827 | 100 |

Fuente: INEI (2020b)

Elaboración propia.

En la tabla 3, se tiene todas las respuestas de la pregunta HV201 de la ENDES que un hogar puede dar respecto a la fuente de agua que utiliza para su consumo. Siguiendo el concepto de fuente de agua mejorada de la Organización Mundial de la Salud (2018), las tres fuentes primeras: “Red pública Dentro de la vivienda”, “Red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio”, “Pilón/Grifo público” y “Agua embotellada” serán las que se considerarán como fuentes de agua mejoradas. Es importante notar que el “Agua embotellada” no será siempre considerada como una fuente de agua mejorada debido a que la cantidad suministrada de esta es limitada, solo cuando se sabe que un hogar tiene cobertura de una fuente de agua mejorada puede ser considerada dentro de esta última categoría. El resto de las fuentes serán consideradas como no mejoradas.

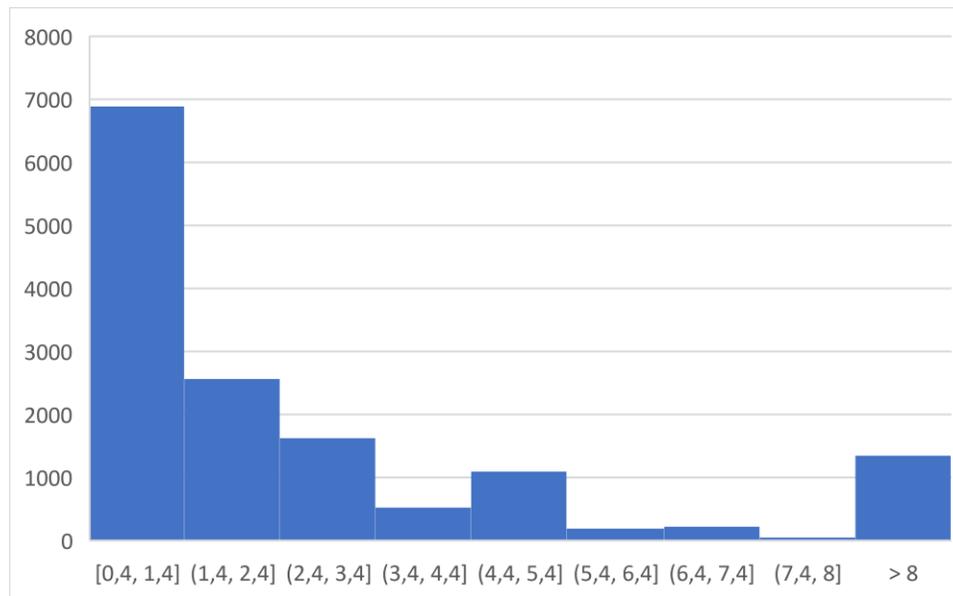
Por otro lado, una dificultad que surgió fue el cálculo del costo del servicio de agua tanto para la fuente mejorada como la no mejorada. Esto se debe a que encuestas como la ENAPRES solo reportan el precio de las fuentes mejoradas e imputan precios igual a cero para las no mejoradas. Además, la mencionada encuesta no registra la distancia o el tiempo que un hogar registra hacia la fuente que no se encuentra dentro de su hogar. Se entiende que el tiempo en recorrer la distancia será un costo de oportunidad para los hogares que debe ser aproximado monetariamente.

No obstante, la ENDES con la pregunta HV204 registra el tiempo en minutos que le toma a un hogar recoger el agua, pero no recoge el pago que se hace por el servicio. De esta manera, se utilizó la información de DATASS para obtener un precio promedio por centro poblado mensual que se paga por el servicio de agua. Se construyó dos precios distintos: uno para los que usan una fuente mejorada y otro para los que usan una fuente no mejorada siguiendo la metodología utilizada por Nauges y Strand (2007). En los primeros se utilizó la cuota promedio que pagan más la distancia si la fuente no se encuentra en su hogar, ya que podría ser un pilón distante o un caño afuera de la vivienda. Por otro lado, para los de la fuente no mejorada, solo se multiplicó el tiempo en minutos que les toma recoger el agua por 0.10 céntimos de sol considerando que es el ingreso que podrían haber obtenido de haber utilizado ese tiempo trabajando tomando como base el salario mínimo de 930 soles para ese periodo. Se está asumiendo que el proceso lo realizan una vez por semana, ya que la ENDES no registra la cantidad de viajes que hacen al mes. Por lo tanto, el precio tendrá la siguiente fórmula:

$$P_{servicio} = \begin{cases} \text{si es fuente mejorada:} & P_{cuota_{promedio}} + (0.10 * D_{minutos}) \\ \text{si no es fuente mejorada:} & 0.10 * D_{minutos} \end{cases}$$

De esta manera, la variable de precio se concentrará en valores bajos para todos los que utilizan fuentes de agua mejorada. Mientras que, habrá precios altos para los que utilizan fuentes de agua no mejorada:

Figura 8. Histograma – Precios por el servicio de agua mejorada y no mejorada, 2018-2019.
(Rango de precios)



Fuente: DATASS – MVCS (2023b)

Elaboración propia

Como se puede ver en la Figura 7, el precio se concentra en valores bajos como es 1-5 soles mensuales. No obstante, también hay precios mayores a los 8 soles mensuales. La mayoría de estos son de la fuente no mejorada, debido a que les toma tiempo dirigirse a obtener esta fuente. Existen hogares que recorren hasta un máximo de 2 horas para obtener la fuente de agua mejorada. Se reconoce que se está suponiendo que una persona en edad para trabajar recorre la distancia para recoger el agua (Nauges & Strand, 2007), ya que si fuera un niño el costo de oportunidad medido en unidades monetarias debería ser menor.

No obstante, se debe recordar que todavía no hay una manera óptima de cobrar por el servicio de agua en el ámbito rural peruano. El informe No. 008-2018-SUNASS-100 muestra las grandes deficiencias que tiene la instauración de un precio de agua a los centros poblados. Este informe propone la instauración de una cuota familiar modificada con el objetivo de cubrir todos los costos en los que se incurre por ofrecer un servicio de calidad y sin irrupciones en los distintos centros poblados, pero tiene serias deficiencias en el momento de su cobro. Por ejemplo, en el informe se destaca que se ha encontrado que algunos hogares que realizan actividades de servicios o productivas pagan más por el servicio de agua, debido a que se espera que su consumo sea mucho

más elevado. Un hogar que también sirve de hotel y una tienda pagará mucho más por el servicio. Sin embargo, se ha encontrado que este precio tiene una mayor relación con la potabilidad del agua. Esto quiere decir que el precio en este sector no se basa en la cantidad de consumo que un hogar presenta de agua, sino se cobra en función a la disponibilidad del ingreso de los hogares.

Por otro lado, teóricamente, el cálculo de un precio por el consumo de agua presenta cuatro problemas que Nauges, Briand y Whittington (2009) resaltan al momento de estudiar los precios en áreas rurales. En primer lugar, no se puede saber exactamente cuánto una familia gasta en un hogar porque usualmente las conexiones de agua no tienen medidores fiables. Esto se debe a que la implementación de medidores es muy costosa y el servicio de agua en su totalidad usualmente los gobiernos lo subvencionan a estos sectores. En segundo lugar, los medidores no son muy fiables si el servicio de agua no está disponible las 24 horas. Puede darse el caso de que el medidor este calculando el aire que pasa por la tubería como consumo de los hogares rurales. En tercer lugar, la propuesta de este modelo requiere tener información sobre el costo que se incurriría si un hogar no utilizara; por ejemplo, la fuente de red pública. Esto significa la instauración de un contrafactual calculado para cada hogar que utiliza una fuente de agua mejorada y no mejorada. Esta información usualmente no es de fácil cálculo si no se dispone de fuentes de información con el objetivo de calcular aquella información. Por último, el análisis de los patrones de consumo respecto a los precios sería estudiados mejor en un contexto de series de tiempo, pero en ningún país hay la disponibilidad de estos datos. Continuando, para el caso de los 1 040 hogares panel se puede observar la siguiente distribución para los dos años:

Tabla 3. Distribución de los hogares panel por fuente de agua, 2018-2019

| Fuentes de agua | Año | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| | 2018 | | 2019 | |
| | Número | % | Número | % |
| Dentro de la vivienda | 828 | 79,62% | 823 | 79,13% |
| Fuera de la vivienda, pero dentro del edificio | 50 | 4,81% | 43 | 4,13% |
| Pilón/Grifo público | 21 | 2,02% | 21 | 2,02% |
| Pozo en la vivienda/patio/lote | 5 | 0,48% | 6 | 0,58% |
| Pozo público | 2 | 0,19% | 5 | 0,48% |
| Manantial | 38 | 3,65% | 33 | 3,17% |
| Rio/acequia/laguna | 28 | 2,69% | 19 | 1,83% |
| Agua de lluvia | 1 | 0,10% | 5 | 0,48% |
| Camión cisterna | 3 | 0,29% | 3 | 0,29% |

| | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Agua embotellada | 11 | 1,06% | 21 | 2,02% |
| Otro | 53 | 5,10% | 61 | 5,87% |
| Total | 1 040 | 100% | 1 040 | 100% |

Fuente: INEI (2020b)

Elaboración propia.

En la tabla 3, se observa que hay variaciones en la composición de la elección de fuente de agua en los hogares dentro de estos dos años. Esto quiere decir que algunos hogares han cambiado de fuente de agua sea mejorada o no mejorada y otros han mantenido su uso. Por lo tanto, se va a analizar cuáles son los hogares que han cambiado de fuente en estos dos años. Esto es requisito para poder aplicar el modelo condicional logit. Por lo tanto, siguiendo la definición planteada de fuente de agua mejorada se agregarán los datos:

Tabla 4. Distribución de los hogares panel por fuente de agua mejorada o no mejorada, 2018-2019

| Fuentes de agua | Año | | |
|-----------------|-------|-------|-------|
| | 2018 | 2019 | Total |
| Mejorada | 130 | 132 | 262 |
| No mejorada | 910 | 908 | 1,818 |
| Total | 1 040 | 1 040 | 2 080 |

Fuente: INEI (2020b)

Elaboración propia.

En la tabla 4, se observa que la mayoría de los hogares panel deciden utilizar una fuente de agua no mejorada comparado a los que si utilizan la mejorada. En el análisis de la información se encontró que solo son 192 hogares, ubicados en 139 distintos centros poblados, que han variado entre los dos años en el uso de su fuente de agua: 95 hogares dejaron de usar la fuente de agua mejorada y 97 lo contrario. La siguiente tabla muestra la distribución de hogares con esta selección de hogares:

Tabla 5. Distribución de los hogares que cambian de fuente de agua, 2018-2019

| Fuentes de agua | Año | | |
|-----------------|------|------|-------|
| | 2018 | 2019 | Total |
| Mejorada | 95 | 97 | 192 |
| No mejorada | 97 | 95 | 192 |

| | | | |
|-------|-----|-----|-----|
| Total | 192 | 192 | 384 |
|-------|-----|-----|-----|

Fuente: INEI (2020b)

Elaboración propia.

Por otro lado, las variables independientes que se utilizarán en la investigación tendrán las siguientes características:

Tabla 6. Fuentes de las variables de la investigación

| Variable | Valores | Sección de la ENDES | Código de la Pregunta |
|---|---|----------------------------|------------------------------|
| Fuente principal de abastecimiento de agua | 0 - No es de fuente mejorada 1 - Es de fuente mejorada | RECH23 | HV201 |
| Educación del jefe de hogar | 0 - Sin Educación 1 - Educación Básica 2 - Educación Superior | RECH1 | HV106 |
| Nivel de riqueza | 0 - Más pobre 1 - Pobre 2 - Medio 3 - Rico | RECH23 | HV270 |
| Género del Jefe de Hogar | 0 - Masculino 1 - Femenino | RECH23 | HV219 |
| Región de residencia | [0-3] Costa, Sierra y Selva | RECH0 | HV024 |
| Proporción de niños menores de 5 años sobre el número total de miembros del hogar | [0-0.75] Niños/Total de miembros | RECH0 | HV014/HV009 |
| Posesión de animales de granja, rebaño o ganado | 0 - No 1 -Si | RECH23 | HV246 |
| Posesión de tierras agrícolas | 0 - No 1 -Si | RECH23 | HV244 |
| Tratamiento del agua de parte del hogar para ser segura para beber | 0 - No 1 -Si | RECH23 | HV237 |

| | | | |
|---|-----------------------|---------------|--|
| El hogar tiene en su posición una bomba de agua | 0 - No 1 -Si | RECH23 | SH61R |
| Precio por el servicio de agua | [0.07-32.09] Soles | RECH23 | P216 (DATASS) + HV204 (ENDES) |

Elaboración propia.

En la tabla 6, se puede observar el nombre que se está dando a las variables en la investigación tanto como sus valores recodificados a partir de la ENDES y DATASS. Las dos últimas columnas muestran la sección y el código en los cuales se encuentra la pregunta que contiene la información de la variable. En el caso de educación del jefe del hogar, se agrupo a los que no tienen educación, educación inicial y respondieron “no sabe” al valor de “0” – Sin Educación. El valor “1” de Educación Básica agrupa los hogares que tienen educación primaria y secundaria. El valor “2” de Educación superior agrupa los jefes de hogar que tienen educación superior, respectivamente. En el caso de la proporción de niños menores de 5 años sobre el número total de miembros del hogar, se tomó dos preguntas: la primera contiene el número de niños menores y la segunda el número de miembros del hogar. Como se puede observar, las variables que se han tomado son las similares a investigaciones pasadas que han sido generalmente significativas. Continuando, se presentará la estadística descriptiva de las variables:

Tabla 7. Fuentes de las variables de la investigación

| Variable | Tipo | Promedio | Variación Estándar | Percentil 25% | Percentil 50% |
|---|-------------|-----------------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| Fuente principal de abastecimiento de agua para tomar o beber | Dicotómica | 0,863 | 0,343 | 1 | 1 |
| Fuente principal de abastecimiento de agua en hogar | Dicotómica | 0,862 | 0,344 | 1 | 1 |
| Educación del jefe de hogar | Categórica | - | - | - | - |
| Nivel de riqueza | Categórica | - | - | - | - |
| Género del Jefe de Hogar | Dicotómica | 0,217 | 0,412 | 0 | 0 |
| Región de residencia | Categórica | - | - | - | - |
| Proporción de niños menores de 5 años sobre el número total de miembros del hogar | Continua | 0,149 | 0,161 | 0 | 0.143 |
| Posesión de animales de granja, rebaño o ganado | Dicotómica | 0,822 | 0,382 | 1 | 1 |
| Posesión de tierras agrícolas | Dicotómica | 0,612 | 0,487 | 0 | 1 |

| | | | | | |
|--|------------|-------|-------|------|------|
| Tratamiento del agua de parte del hogar para ser segura para beber | Dicotómica | 0,863 | 0,343 | 1 | 1 |
| El hogar tiene en su posesión una bomba de agua | Dicotómica | 0,008 | 0,089 | 0 | 0 |
| Precio por el servicio de agua | Continua | 2,701 | 6,612 | 1,07 | 1,21 |

Elaboración propia.

Se puede observar que la variación estándar de las variables de la investigación no es muy elevada para ser variables dicotómicas. Además, la variable continua tiene una variación también baja. De esta la manera, la dispersión no es demasiado elevada entre las variables. En el caso del precio por el servicio, se tiene una desviación estándar elevada debido a que los que van a trasladarse por el recojo del agua tendrán que pagar precios más elevados. Mientras que, los que utilizan fuentes mejoradas pagan tarifas mucho más menores.

8. Metodología.

Siguiendo a Persson (2002), la metodología recomendada para poder determinar la probabilidad de decisión del uso de una fuente de agua se basa en el uso de un modelo condicional logit de efectos fijos. Esto se debe a que el modelo es compatible con los supuestos del modelo de utilidad aleatoria (RUM). De esta manera, se utilizará el modelo para dos años: 2018 y 2019. Se tendrá dos elecciones: fuente de agua mejorada y no mejorada. Cada individuo i elegirá j en dos distintos periodos de tiempo:

$$Y_{i,j} = \max \{Y_{i,1}^*, Y_{i,2}^*\}$$

Donde Y_i es la utilidad del hogar i y escogerá la opción que le genera mayor utilidad entre las dos elecciones que se hacen en función al tiempo:

$$Y_{i,1}^* = x_i \beta_1 + \varepsilon_{i,1}$$

$$Y_{i,2}^* = x_i \beta_2 + \varepsilon_{i,2}$$

De esta manera, se escogerá considerando lo siguiente: $Y_{i,1} = 1$ si $Y_{i,1}^* > Y_{i,2}^*$. El modelo puede ser interpretado de la siguiente manera:

$$Y_{i,1}^* - Y_{i,2}^* = x_i(\beta_1 - \beta_2) + (\varepsilon_{i,1} - \varepsilon_{i,2})$$

Por lo tanto, la opción 2 será la base. Entonces, el vector de los β es una comparación de la alternativa 1 con la alternativa 2. Esto es importante tomar en cuenta para analizar la interpretación de los resultados de este modelo. Por lo tanto, las probabilidades para este modelo son:

$$P_{i,1} = \frac{e^{x_i\beta_1}}{e^{x_i\beta_1} + e^{x_i\beta_2}} \qquad P_{i,1} = \frac{e^{x_i\beta_2}}{e^{x_i\beta_1} + e^{x_i\beta_2}}$$

Como sabemos que la opción 2 es la base ($\beta = \beta_1 + \beta_2$) se puede llegar a la siguiente expresión:

$$P_{i,1} = \frac{e^{x_i\beta}}{e^{x_i\beta} + 1} \qquad P_{i,1} = \frac{1}{e^{x_i\beta} + 1}$$

Como se puede observar, es importante que la variable dependiente pueda variar entre los periodos analizados para los hogares analizados. Por lo tanto, en los 1 040 hogares panel que se tienen en la base de datos obtenida de la ENDES complementada con DATASS, solo se puede trabajar con 192 hogares que tienen una elección que varía entre los dos periodos (2018-2019). Esto hace que se tenga 384 observaciones con las que se puede trabajar para realizar la estimación del modelo condicional logit². Por lo tanto, a manera de robustez de los resultados obtenidos por esta muestra, también se presentará los resultados de un modelo probit con un pool de datos de los dos años de análisis³. En este caso, se utilizará la información del total de 14 505 hogares. Por lo tanto, el modelo condicional logit de efectos fijos a estimar será el siguiente para ambas elecciones:

$$Y_{ij}^* = \alpha_0 + \alpha_1 \text{riqueza}_{ij} + \alpha_2 \text{prop_nin}_{ij} + \alpha_3 \text{granja}_{ij} + \alpha_4 \text{tierra}_{ij} + \alpha_5 \text{tratamiento}_{ij} + \alpha_6 \text{bomba}_{ij} + \varepsilon_i > 0,$$

Donde, la variable dicotómica *riqueza* tendrá como referencia el quintil más bajo de riqueza; es decir, la población más pobre. Debido a la muestra, solo se analizará dos casos: “1” si no es pobre y “0” si lo es. En segundo lugar, la variable *prop_nin* será una variable continua que capturará la división entre el número de niños en un hogar con el número total de miembros del hogar para ver capturar el efecto del número de niños presentes en un hogar sobre la decisión. En tercer lugar, las

² Se intentó utilizar técnicas de pseudo-panel para poder tener muchos más datos con los cuales analizar. Sin embargo, un limitante importante fue que los agrupamientos de los hogares debían estar en el mismo centro poblado sino no se podía imputar un precio consistente con la información de DATASS.

³ Se intentó utilizar un modelo probit bivariado, inspirado en Bamou (2021), para aprovechar el cuestionario de la ENDES. Sin embargo, se encontró que no hay distinción por el uso de una fuente destinada sea al consumo u otros usos. Los resultados de este modelo pueden observarse en los Anexos.

variables de *granja* y *tierra* serán variables dicotómicas con referencia hogares que no tienen ni animales ni tierras agrícolas. De esta manera, tomará el valor de “1” si un hogar tiene animales de granja y “0” lo contrario; de la misma manera, para el caso de las tierras. En cuarto lugar, la variable dicotómica *tratamiento* tomará como referencia los hogares que no realizan tratamiento alguno para tomar el agua. Por consiguiente, tomará el valor de “1” si un hogar realiza algún tipo de tratamiento como hervir agua, echarle gotas de cloro, etc. En quinto lugar, la variable dicotómica *bomba* tomará como referencia los hogares que no tienen alguna bomba de agua. Entonces, tomará el valor de “1” si un hogar tiene una bomba de agua y “0” lo contrario. Por último, la variable *precio* será continua y captura información del costo monetario por utilizar una determinada fuente de agua sea mejorada o no mejorada. Como se puede observar, en este modelo no se está tomando variables que no van a cambiar en un solo año como es la educación, la ubicación geográfica y el género del jefe del hogar⁴. En el caso del modelo probit, la ecuación empírica para realizar el análisis con los datos de la ENDES y DATASS será de la siguiente forma:

$$Y_i^* = \alpha_0 + \alpha_1 educ_i + \alpha_2 riqueza_i + \alpha_3 genero_i + \alpha_4 geografica + \alpha_5 prop_nin + \alpha_6 granja + \alpha_7 tierra + \alpha_8 tratamiento + \alpha_9 bomba + \varepsilon_i > 0,$$

A diferencia del modelo panel, se está agregando las variables de educación, ubicación geográfica y género del jefe del hogar. De esta manera, la variable *educ* tendrá como referencia el jefe de hogar sin educación y se analizará dos casos: “1” si tiene educación básica; en el segundo caso, tomará el valor de “1” si tiene educación secundaria o superior; y “0” si tiene educación distinta al caso en análisis. En segundo lugar, la variable dicotómica *riqueza* tendrá como referencia el quintil más bajo de riqueza; es decir, la población más pobre. Se analizará cuatro casos para esta variable: “1” si se encuentra en el cuarto quintil (Pobre); “1” si se encuentra en el tercer quintil (Medio), “1” si se encuentra en el segundo quintil (Rico) y “0” si se encuentra en otro quintil para todos los casos. En tercer lugar, se agrega la variable dicotómica *genero* que tendrá como referencia el género masculino. De esta manera, tomará el valor de “1” si es mujer y “0” lo contrario. En cuarto lugar, se agregará en el análisis la variable geográfica, la cual analizará la ubicación de los hogares rurales considerando si se encuentran en la costa, sierra o selva. La referencia será la región costa. De esta manera, se tendrá dos casos: “1” si el hogar se encuentra

⁴ Si bien puede cambiar el jefe del hogar que contesta la encuesta, en este caso no se encontró que el jefe de hogar es distinto respecto al año anterior.

en la sierra, “1” si el hogar se encuentra en la selva; “0” si se encuentra en otro lugar respectivamente a cada caso. Por último, el resto de variables serán las mismas que el modelo condicional.

Se reconoce que hay variables no observables para este modelo que no se pueden controlar debido a la falta de información. Por ejemplo, Nauges y Whittington (2009) destaca que es importante analizar las características de las fuentes de agua que un hogar utiliza. Sin embargo, las encuestas que se realizan para los países en análisis, como también para el caso peruano, no registran las características de continuidad ni calidad del agua de las fuentes de agua no mejoradas, debido al formato que tienen. Inclusive, algunos autores como Rahut et al. (2016) muestran que una fuente de agua no tendrá las mismas características para todos los hogares. La ubicación cercana de los hogares a la fuente del sistema de agua les garantiza una continuidad sin cortes del servicio. Si esto se compara a los más alejados puede que el sistema no llegue con una continuidad sin cortes. Esta lógica también se aplica a la calidad del agua. Si las tuberías que transportan el agua se encuentran en mal estado, es posible que los hogares que se encuentren más distantes reciban agua contaminada por la presencia de residuos en estas. Una manera de aproximación de esta característica se podría haber realizado con la distancia de recolección que tiene la pregunta HV204 de la ENDES. No obstante, se utilizó la información de la pregunta para la construcción de la variable del precio a manera de comparación entre ambas fuentes de elección. Un punto importante a notar es que la naturaleza de estas características es invariante en el tiempo para el caso de las fuentes no mejoradas (Persson, 2002). Por otro lado, con la información de la pregunta p302 del modulo 3 de DATASS se observa que para los 139 centros poblados con sistemas de agua tanto la continuidad como la calidad del servicio de la fuente mejorada no han cambiado entre estos dos años de análisis.

Por otro lado, se destaca la preferencia del sabor del agua. Esta característica de los jefes de los hogares no observable en la presente investigación podría tener un impacto significativo sobre los resultados. Sin embargo, no se hacen preguntas respecto al sabor del agua y la preferencia del hogar respecto a este. Mu et al. (1990) recomienda que la preferencia del sabor del agua se registre para cada de las opciones de elección de fuente de agua, ya que el hogar puede escoger la fuente en base a los distintos sabores que tiene el agua proveniente de esta. Inclusive, Sajjadi et al. (2016) muestra que la preferencia por un determinado sabor del agua esta ligado al uso específico de una

fuelle de agua sea mejorada o no mejorada. Por lo tanto, un cambio en el uso de una determinada fuente de agua podría significar que las preferencias por el sabor del agua también cambian. De esta manera, se hará un supuesto de que esta preferencia está correlacionada perfectamente con el uso de la fuente de agua. Esto quiere decir que cada fuente de agua tendrá un valor asociado referente a la preferencia del sabor del agua proveniente de la fuente.

Por todo ello, se observa que las características de las variables no observables en el modelo son invariantes. Siguiendo a Allison (2009), las variables no observables del modelo son invariantes en el tiempo y tendrán también efectos invariantes en el tiempo. Por lo tanto, un modelo condicional logit de efectos fijos es el idóneo para estimar los resultados. Sin embargo, algunas variables que también no cambian en el tiempo como es la educación, ubicación geográfica, y género del jefe de hogar no podrán ser analizadas. De esta manera, se complementa el análisis con el modelo probit, ya que si se estimara con un modelo de efectos aleatorios los resultados tendrán demasiado sesgo por la naturaleza de las variables no observables determinadas.

9. Resultados

9.1. Modelo Condicional Logit de Efectos Fijos

La muestra con la que se trabajó para el modelo de datos de panel fue con 192 hogares que respondieron a los dos años. De esta manera, el total de observaciones para la estimación fue de 384 hogares. El software para la obtención de los resultados fue STATA 16. Los resultados del logit condicional panel de efectos fijos se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Modelo Condicional Logit de Efectos Fijos para la elección de la fuente de abastecimiento de agua en el hogar

| Variablen | Fuente principal de abastecimiento de agua en el hogar |
|--|--|
| Nivel de riqueza Referencia: Pobre | 1,215**(0,535) |
| Proporción de niños menores de 5 años sobre el total de miembros del hogar | -0.613(0.799) |
| Posesión de animales de granja, rebaño o ganado Referencia: No poseen animales | 0.840**(0,428) |

| | |
|---|------------------|
| Posesión de tierras agrícolas Referencia: No poseen tierras agrícolas | 0.506(0.319) |
| Tratamiento de agua de parte del hogar para ser segura para beber Referencia: No echan agregados para hacerla segura para beber | -0,657*(0.351) |
| El hogar tiene una bomba de agua Referencia: No tienen bomba de agua | -0,271(2,205) |
| Precio por el servicio de agua | -0,239***(0,046) |
| Pseudo R2 de McFadden | 0,244 |
| LR Chi2 (14) | 65,04 |
| Observaciones | 384 |

Errores Estándar Robustos en paréntesis ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Elaboración propia.

En la tabla 8, se puede observar que el nivel de riqueza es significativo al 5% y muestra que mientras aumente el ingreso, es probable que un hogar utilice una fuente de agua mejorada. En el caso de la proporción de los niños, se observa que no es significativo y tiene un coeficiente negativo. Por la elevada variación estándar no se puede dejar claro el efecto de esta variable. Continuando, la posesión de animales de granja es significativa al 5% y con un coeficiente positivo. La posesión de tierras agrícolas no es significativa y también tiene un coeficiente positivo. El tratamiento de agua es significativo al 10% y tiene un coeficiente negativo. Esto significa que los hogares que tratan el agua tienen menos probabilidad de utilizar el servicio de agua mejorada. Respecto a la presencia de bombas de agua, se observa que, si un hogar posee una bomba, es probable que utilicen una fuente de agua no mejorada. Por último, un aumento en los precios del servicio de agua hará que sea más probable que la población utilice una fuente de agua no mejorada. Continuando, se presentará los resultados de la razón de probabilidades para una mejor interpretación de los resultados:

Tabla 9. Razón de probabilidades del Modelo Condicional Logit de Efectos Fijos

| Variables | Fuente principal de abastecimiento de agua en el hogar |
|--|--|
| Nivel de riqueza Referencia: Pobre | 3.369**(1.804) |

| | |
|--|------------------|
| Proporción de niños menores de 5 años sobre el total de miembros del hogar | 0.542(0.433) |
| Posesión de animales de granja, rebaño o ganado Referencia: No poseen animales | 2.316**(0.991) |
| Posesión de tierras agrícolas Referencia: No poseen tierras agrícolas | 1.659(0.529) |
| Tratamiento de agua de parte del hogar para ser segura para beber Referencia: No echan agregados para hacerla segura para beber | 0.518*(0.182) |
| El hogar tiene una bomba de agua Referencia: No tienen bomba de agua | 0.763(1.682) |
| Precio por el servicio de agua | 0.788*** (0.036) |
| Pseudo R2 de McFadden | 0.244 |
| LR Chi2 (14) | 65.04 |
| Observaciones | 384 |

Errores Estándar Robustos en paréntesis ***p<0.01,**p<0.05,*p<0.1

Elaboración propia.

En la tabla 9, se puede observar que, si un hogar deja de ser pobre, su probabilidad de utilizar una fuente de agua es multiplicada por 3.36. De la misma manera, tener animales de granja hace que la probabilidad esté multiplicada por 2.316 y tierras agrícolas por 1.659. Por el contrario, tener más hijos menores de 5 años hace que la probabilidad se reduzca debido a la multiplicación por 0.542. En el caso del tratamiento, se encuentra que la probabilidad se reducirá al ser multiplicada por 0.518.

9.2. Modelo Probit Bivariado

En el caso del modelo probit binomial, la muestra con la que se trabajó fue con 14505 hogares rurales a nivel nacional. Los resultados de la estimación con el modelo Probit se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 10. Modelo Probit para la elección de la fuente de agua

| Variables | Fuente mejorada de agua en el hogar |
|---|-------------------------------------|
| Educación del jefe del hogar Referencia: Jefe de hogar sin educación | |
| Educación Básica | 0.079(0.050) |

| | |
|--|------------------|
| Educación Superior | 0.101*(0.059) |
| Nivel de riqueza Referencia: Quintil más bajo (Más pobre) | |
| Tercer Quintil (Pobre) | 0.572***(0.044) |
| Segundo Quintil (Medio) | 0.406***(0.097) |
| Primer Quintil (Rico) | 0.837***(0.228) |
| Genero del jefe del hogar Referencia: Hombre | -0.038(0.036) |
| Ubicación Geográfica Referencia: Costa | |
| Sierra | -0.189***(0.038) |
| Selva | -0.232***(0.043) |
| Proporción de niños menores de 5 años sobre el total de miembros del hogar | -0.577***(0.087) |
| Posesión de animales de granja, rebaño o ganado Referencia: No poseen animales | 0.038(0.038) |
| Posesión de tierras agrícolas Referencia: No poseen tierras agrícolas | 0.097**(0.031) |
| Tratamiento de agua de parte del hogar para ser segura para beber Referencia: No echan agregados para hacerla segura para beber | 0.157***(0.039) |
| El hogar tiene una bomba de agua Referencia: No tienen bomba de agua | -1.079***(0.131) |
| Precio por el servicio de agua | -0.093***(0.003) |
| Constante | 1.360***(0.074) |
| Pseudo R2 de McFadden | 0.1284 |
| LR Chi2 (14) | 1485.19 |
| Observaciones | 14,505 |

Errores Estándar Robustos en paréntesis ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1
Elaboración propia.

En la tabla 10, se presenta los resultados del modelo Probit Binomial estimado. Sin embargo, estos coeficientes no dan muchos indicios para interpretar solo las relaciones con la probabilidad de elección de la fuente de agua. Por lo tanto, se va a calcular los efectos marginales de la especificación en promedio. La tabla 11 muestra los efectos marginales calculados para la especificación anterior:

Tabla 11. Efectos marginales para la elección de la fuente de agua.

| Variables | Fuente mejorada de agua en el hogar |
|--|-------------------------------------|
| Educación del jefe del hogar Referencia: Jefe de hogar sin educación | |
| Educación Básica | 0.0154(0.010) |
| Educación Superior | 0.196*(0.011) |
| Nivel de riqueza Referencia: Quintil más bajo (Más pobre) | |
| Tercer Quintil (Pobre) | 0.1106***(0.008) |
| Segundo Quintil (Medio) | 0.0785***(0.019) |
| Primer Quintil (Rico) | 0.1620***(0.044) |
| Genero del jefe del hogar Referencia: Hombre | |
| Ubicación Geográfica Referencia: Costa | |
| Sierra | -0.0365***(0.007) |
| Selva | -0.0448***(0.008) |
| Proporción de niños menores de 5 años sobre el total de miembros del hogar | -0.1117***(0.017) |
| Posesión de animales de granja, rebaño o ganado Referencia: No poseen animales | 0.0074(0.007) |
| Posesión de tierras agrícolas Referencia: No poseen tierras agrícolas | 0.0187***(0.006) |
| Tratamiento de agua de parte del hogar para ser segura para beber Referencia: No echan agregados para hacerla segura para beber | 0.0305***(0.008) |
| El hogar tiene una bomba de agua Referencia: No tienen bomba de agua | -0.2089***(0.025) |
| Precio por el servicio de agua | -0.0181***(0.001) |

Errores Estándar Robustos en paréntesis ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Elaboración propia.

Analizando los signos de los parámetros se puede ver que coinciden con los signos que la teoría e investigaciones previas obtuvieron. En primer lugar, es muy probable que un hogar con mayor educación escoja una fuente de agua mejorada recién cuando tiene estudios superiores en comparación a los que no tienen. No obstante, también esta variable puede guardar relación con la ubicación del hogar, ya que una persona más educada ubicará su hogar en una zona más cercana al sistema de agua para asegurar su continuidad. En tercer lugar, la probabilidad de utilizar una fuente de agua será siempre mayor cuando mejora la riqueza del hogar comparado a los que tienen un estrato más bajo. En cuarto lugar, los hogares dirigidos por mujeres muestran una probabilidad menor no tan significativa de utilizar una fuente de agua mejorada. En quinto lugar, cuando un hogar se ubica en la sierra o la selva comparado a la costa hace que sea menos probable utilizar una fuente de agua mejorada. Este hallazgo indica que existen diferencias regionales significativas en la elección de una fuente de agua en los hogares. En sexto lugar, cuando un hogar tiene muchos más niños como parte de la familia esto genera una mayor probabilidad a escoger una fuente de agua no mejorada. En séptimo lugar, cuando un hogar se ubica en la sierra o la selva comparado a la costa hace que sea menos probable utilizar una fuente de agua mejorada. Este hallazgo indica que existen diferencias regionales significativas en la elección de una fuente de agua en los hogares. En octavo lugar, se puede observar que los hogares que trata el agua para hacerla segura para beber tienen una probabilidad positiva de utilizar una fuente de agua mejorada. Esto sugiere la presencia de mayor preocupación de los que utilizan fuentes de agua mejorada por su salud. Sin embargo, al observar los resultados del modelo condicional, el signo es inverso para esta característica del hogar. La discrepancia en los resultados puede deberse a la naturaleza corta de la muestra de datos de panel. Además, la baja significancia en el primer modelo no muestra un claro efecto de esta variable. En noveno lugar, la presencia de una bomba de agua hace que tengan una menor probabilidad de utilizar una fuente de agua mejorada. Esto se debe a que, probablemente, esos hogares han acondicionado sus viviendas para utilizar una fuente de agua no mejorada cuando la cobertura del servicio no llegaba a su centro poblados. Para terminar, el precio por el servicio de agua tiene una relación significativamente negativa con la probabilidad de utilizar una fuente de agua mejorada, lo que sugiere que a medida que aumenta el precio, la

probabilidad disminuye. En consecuencia, los hogares que optan por fuentes de agua no mejoradas incurren en costos monetarios sustancialmente mayores, en comparación con aquellos que seleccionan fuentes mejoradas.

A continuación, se presentará la evaluación del poder predictivo del modelo: *Sensitivity* y *Specificity*. Para la evaluación se tomará un valor de corte con valor de 0.85 debido a que la variable dependiente presenta un 86.38% de valores iguales a 1 y solamente 13.65% de valores iguales a 0. El valor de corte corresponde con la proporción de selección de una fuente de agua mejorada para el consumo. Los resultados se reportan en la tabla 9:

Tabla 12. Efectos marginales para la elección de la fuente de agua destinada al consumo.

| | | Predicho | |
|------------|--|---|--|
| | | Utiliza una fuente mejorada de agua en el hogar | No utiliza una fuente mejorada de agua en el hogar |
| Observado | Utiliza una fuente mejorada de agua en el hogar | 10 298 | 830 |
| | No utiliza una fuente mejorada de agua en el hogar | 2 227 | 1 150 |
| % Correcto | | 82,22% | 58,08% |
| General | | 78,92% | |

Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 9, el porcentaje de sensibilidad (*Sensitivity*) es de 82.22%. Esto quiere decir que el 82.22% de las veces va a predecir correctamente la elección positiva del uso de una fuente de agua mejorada. Mientras que, la especificidad (*Specificity*) será del 58.08%, lo cual quiere decir que solo el 58.08% de las veces predecirá cuando un hogar utilice una fuente de agua no mejorada; mientras que en general el modelo predecirá correctamente el 78.92% de las veces.

En comparación a los resultados con ambos modelos, se encuentra que el ingreso, la posesión de animales de granja y tierras agrícolas, y el precio son significativos en el proceso de elección de una fuente de agua mejorada. Para el resto de variables que se incluyen en ambos modelos, se encuentra inconsistencias en la significancia de la variable más no en la dirección de la relación con la probabilidad de acceder a la fuente de agua mejorada. Solo para el caso de la variable de tratamiento de agua se presenta esta ambigüedad de relación.

10. Conclusiones

En el presente trabajo se estudió los determinantes de la decisión de uso de una fuente de agua sea mejorada o no mejorada con el fin de entender cómo las características socioeconómicas, geográficas y demográficas tienen relación sobre la probabilidad de esta decisión. Para empezar, se puede observar que la relación con el nivel de riqueza, que aproxima el efecto ingreso sobre esta decisión, es significativa en ambos modelos. Mientras más riqueza tenga un hogar, es mucho más probable que se utilice una fuente de agua mejorada. En tercer lugar, la posesión de tierras agrícolas hace que sea mucho más probable el uso de fuentes mejoradas de agua. Sin embargo, en el modelo condicional se encontró que más significativo fue la posesión de animales. En cuarto lugar, el precio por el servicio de agua sugiere que mientras más altos son los pagos más probabilidad habrá de que se decida por una fuente no mejorada. Este resultado sugiere que un aumento en las cuotas, que ya tienen valores bajos, hará que la gente probablemente prefiera más utilizar fuentes no mejoradas. Por último, una principal limitante que ha tenido la investigación es analizar las probabilidades de la calidad y la continuidad del servicio de la fuente de agua que un determinado hogar utiliza. Las encuestas difícilmente capturan las características de las fuentes de agua que no utiliza un hogar (Nauges & Whittington, 2009); por este motivo, no se incorporó variables que caractericen la calidad, ni la continuidad del servicio de agua. Por otro lado, el cálculo del precio que se paga por el servicio de agua fue solo un promedio para cada centro poblado. Este precio es solo una aproximación, ya que el análisis que hizo sobre el ámbito rural el MVCS (2023b) muestra que la morosidad en este sector es elevada e inclusive las multas que se cobran por no pagar el servicio no persuaden a la gente a pagar.

Con el fin de concluir, se sugiere que la ENAPRES incorpore preguntas que no solo indiquen la cobertura de las fuentes de agua de una vivienda, sino que, al igual que la ENDES, se pregunte si esta fuente se utiliza efectivamente para el consumo o si se recurre a otra fuente debido a deficiencias con el servicio. Problemas con la continuidad del servicio, la calidad del agua lleva a los hogares a optar por fuentes complementarias como es el agua embotellada o los quioscos de agua privada (Irianti et al., 2016). Corrigiendo los limitantes de información respecto a este tema, permitirá la implementación de metodologías que permitan plantear políticas públicas para mejorar el uso de las fuentes de agua mejoradas en el Perú.

11. Anexos

Tabla 13. Modelo bivariado probit estimado.

| Variables | Fuente mejorada de agua para beber en el hogar | Fuente mejorada de agua para otros usos en el hogar |
|---|--|---|
| Educación del jefe del hogar | | |
| Referencia: Jefe de hogar sin educación | | |
| Educación Básica | 0.0778(0.050) | 0.0674(0.050) |
| Educación Superior | 0.0991*(0.058) | 0.0984*(0.058) |
| Nivel de riqueza | | |
| Referencia: Quintil más bajo (Más pobre) | | |
| Tercer Quintil (Pobre) | 0.5649***(0.044) | 0.5500***(0.044) |
| Segundo Quintil (Medio) | 0.4135***(0.097) | 0.3824***(0.096) |
| Primer Quintil (Rico) | 0.8874***(0.232) | 0.7262***(0.214) |
| Género del jefe del hogar | | |
| Referencia: Hombre | | |
| | -0.0377(0.036) | -0.0396(0.036) |
| Ubicación Geográfica | | |
| Referencia: Costa | | |
| Sierra | -0.1876***(0.036) | -0.1921**(0.038) |
| Selva | -0.2463***(0.043) | -0.2650***(0.043) |
| Proporción de niños menores de 5 años sobre el total de miembros del hogar | | |
| | -0.5588***(0.087) | -0.5637***(0.087) |
| Posesión de animales de granja, rebaño o ganado | | |
| Referencia: No poseen animales | | |
| | 0.0542(0.037) | 0.0647*(0.025) |
| Posesión de tierras agrícolas | | |
| Referencia: No poseen tierras agrícolas | | |
| | 0.1015***(0.030) | 0.1029***(0.037) |
| Tratamiento de agua de parte del hogar para ser segura para beber | | |
| Referencia: No echan agregados para hacerla segura para beber | | |
| | 0.1467***(0.129) | 0.1437***(0.025) |
| El hogar tiene una bomba de agua | | |
| Referencia: No tienen bomba de agua | | |
| | -1.1097***(0.129) | -1.1101***(0.081) |
| Precio por el servicio de agua | | |
| Constante | -0.0927***(0.003) | -0.0954***(0.074) |
| | 1.350***(0.074) | 1.376***(0.048) |

| | |
|-----------------------------|--|
| Rho | 0.9997877***(0.0006) |
| Wald test of Rho = 0 | chi2(1) = 9385.97 Prob > chi2 = 0.0000 |
| Observaciones | 14,505 |

Errores Estándar Robustos en paréntesis. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Elaboración propia.

Como se puede observar, la alta correlación mostrada en el Rho calculado en el modelo sugiere que los hogares rurales del Perú utilizan una misma fuente de agua para ambos usos. Por lo tanto, no es necesario utilizar este tipo de modelo debido a la naturaleza de elección de los hogares rurales.



12. Bibliografía

- Agathe, D., & Billings, R. (1980). Dynamic Models of Residential Water Demand. *Water Resources Research*, 16(3): 476-480. <https://doi.org/10.1029/WR016i003p00476>
- Allison, P. (2009). *Fixed Effects Regression Models*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412993869>
- Altaf, M., Jamal, H., Liu, J., Smith, V. & Whittington D. (1989). *Who connects to public water systems in developing countries?* Policy Planning and Resource Staff, Infrastructure and Urban Development. World Bank. Washington D.C, Estados Unidos.
- Bamou, L. (2021). Determinants of Access, Use and Sustainability of Improved Water Sources by Households in Cameroon. En: Leal, W., Pretorius, R., & Olim, L. (2021). *Sustainable Development in Africa*. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-74693-3>
- Banco Interamericano de Desarrollo (1985a). *Chile: Programa de agua potable rural: IV etapa*. Reporte de Proyecto. Washington D.C, Estados Unidos. <https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-29154817-213>
- Banco Interamericano de Desarrollo (1985b). *Haiti: Second stage of the community health posts and rural drinking water supply program*. Project Report. Washington D.C, Estados Unidos.
- Banco Interamericano de Desarrollo (1985c). *Honduras: Rural water supply program*. Project Report. Washington D.C, Estados Unidos.
- Basani, M., Isham, J., & Reilly, B. (2008). The determinants of water connection and water consumption: empirical evidence from a Cambodian household survey. *World Development*, 39(5):953-968. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.04.021>
- Briand et al. (2010). The impact of tap connection on water use: the case of household water consumption in Dakar, Senegal. *Environment and Development Economics*, 15(1): 107-126. <https://doi.org/10.1017/S1355770X09990076>
- Briand, A., & Loyal, A. (2013). La demande de raccordement des menages aupres de petits operateurs prives d'eau potable, le cas des quartiers peripheriques de Maput. *Revue Economique*, 64(4):685-719. <https://doi.org/10.3917/reco.644.0685>

Castillo, L., Huaranca, M. (2022). *Perú: Historia de dos pobrezas*. Serie de Documentos de Trabajo – Banco Central de Reserva del Perú DT N°2022-006. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2022/documento-de-trabajo-006-2022.pdf>

Carpio, I. et al. (2007). Presencia de *Strongyloides stercoralis* en un estudio sobre enteroparasitosis en escolares del asentamiento humano “La Candelaria”, distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima. *Acta Médica Peruana*, 24 (3). <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v24n3/v24n3a09.pdf>

Crane, R. (1994). Water Markets, Market Reform and the Urban Poor: Results from Jakarta, Indonesia. *World Development*, 22(1): 71-83. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90169-4](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90169-4)

Danielson, L. (1979). An analysis of residential demand for water using micro time-series data, *Water Resources Research*, 15(4): 763-767. <https://doi.org/10.1029/WR015i004p00763>

Garaycochea, M., Beltrán, M. (2018). Parasitosis intestinales en zonas rurales de cuatro provincias del departamento de Lima. *Boletín Institucional – Instituto Nacional de Salud*, 24(7-8): 89-95. [https://boletin.ins.gob.pe/wp-content/uploads/2018/2018A%C3%B1o24\(7-8\)/a06v24n7_8.pdf](https://boletin.ins.gob.pe/wp-content/uploads/2018/2018A%C3%B1o24(7-8)/a06v24n7_8.pdf)

Hernandez-Vasquez, A., Rojas, C., Marques, D., Santero, M., Bendezu-Quispe, G., Barrientos, Tonatiuh, & Miranda, J. (2021). Inequalities in access to safe drinking water in Peruvian households according to city size: an analysis from 2008 to 2018. *International Journal for Equity in Health*, 20(133). <https://doi.org/10.1186/s12939-021-01466-7>

Howe, C. (1982). The impact of price on residential water demand: Some new insights. *Water Resources Research*, 18(4): 713-716. <https://doi.org/10.1029/WR018i004p00713>

Howe, C., & Linaweaver, F. (1967). The Impact of Price on Residential Water Demand and Its Relationship to System Design and Price Structure. *Water Resources Research*, 3(1):13-13. <https://doi.org/10.1029/WR003i001p00013>

Hubbell, L. (1977). *The Residential Demand for Water and Sewerage Service in Developing Countries: A Case Study of Nairobi*. Urban Regional Report UR-7714, Development Economics Department, World Bank, Washington, D.C.

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/651921468089676380/pdf/URR7714000The00ase0study0of0Nairobi.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Manual de la Entrevistadora – 2018. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar*. https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2018/documentos_2018/MANUAL_DE_LA_ENTREVISTA_DORA_2018_ENERO.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Manual del Encuestador/a. Rural 01B. – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales*. <http://proyecto.inei.gob.pe/enapres/wp-content/uploads/2022/03/MANUAL-DEL-ENCUESTADOR-01-B-RURAL.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020a). *Ficha Técnica – Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES)*. https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2019/documentos_2019/FICHA_TECNICA_ENDES%202019.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020b). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES)*. <http://inei.inei.gob.pe/microdatos/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023a). *Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales 2022*. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. <http://proyecto.inei.gob.pe/enapres/wp-content/uploads/2023/05/1.-INFORME-MEF-Indicadores-de-Programas-Presupuestales-2022.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023b). *Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales, 2022. Encuestas Demográfica y de Salud Familiar*. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/6154.pdf>

Irianti, S., Prasetyoputra, P., & Sasimartoyo, T. (2016). Determinants of household drinking-water source in Indonesia: an analysis of the 2007 family life survey. *Congent Medicine*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/2331205X.2016.1151143>

Katzman, M. (1977). Income and Price Elasticities of Demand for Water in Developing countries. *Water Resources Bulletin*, 13(1):47-55. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1977.tb01989.x>

- Kenefick, R., Sawka, M. (2007). Hydration at the Work Site. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(5):597S-603S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719665>
- Larson, B., Minten B., & Razafindralambo, R. (2006). Unravelling the Linkages between the Millennium Development Goals for Poverty, Education, Access to Water and Household Water Use in Developing countries: Evidence from Madagascar. *Journal of Development Studies*, 42(1): 22-40. <https://doi.org/10.1080/00220380500356258>
- Madanat, S. & Humplick, F. (1993). A Model of Household Choice of Water Supply Systems in Developing countries. *Water Resources Research*, 29(5). <https://doi.org/10.1029/93WR00126>
- Mahama, A., Anman, K., & Osei-Akoto, I. (2014). Factors influencing householders' access to improved water in low-income urban areas of Accra, Ghana. *Journal of Water Health* 12(2):318-331. <https://doi.org/10.2166/wh.2014.149>
- McFadden, D. (1981). Econometric models of probabilistic choice. En: *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications* (eds. C. Manski & D. McFadden), 198-272. MIT Press, Cambridge, Ma.
- Ministerio de Educación (2018). *Decreto Supremo que aprueba la Política de Atención Educativa para la Población de Ámbitos Rurales*. Decreto Supremo N°013-2018-MINEDU. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1723311-1>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2023a). *Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el ámbito rural (DATASS)*. <https://datass.vivienda.gob.pe/>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2023b). *Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026*. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2586305-plan-nacional-de-saneamiento-2022-2026>
- Mu X., Whittington, D., & Briscoe, J. (1990). Modelling village water demand behavior: a discrete choice-choice approach. *Water Resources Research*, 26(4):521-529. <https://doi.org/10.1029/WR026i004p00521>

- Nauges, A., & Van Den Berg, C. (2009). Demand for Piped and Non-piped Water Supply Services: Evidence from Southwest Sri Lanka. *Environmental and Resource Economics*, 42(4):535-549. <https://doi.org/10.1007/s10640-008-9222-z>
- Nauges, C., & Strand, J. (2007). Estimation of non-tap water demand in central American cities. *Resource and Energy Economics*, 29(3):165-182. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2006.05.002>
- Nauges, C., & Whittington, D. (2009). Estimation of water demand in developing countries: an overview. *The World Bank Research Observer*, 25(2):263-294. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkp016>
- Oblitas, L. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes del éxito*. Documento de proyecto. División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile, Chile. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3819-servicios-agua-potable-saneamiento-peru-beneficios-potenciales-determinantes>
- Organización Mundial de la Salud (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano. OMS. Ginebra, Suiza. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>.
- Pattanayak, S., Yang, J., Whittington, D., & Kumar, B. (2005). Coping with Unreliable Public Water Supplies: Averting Expenditures by Households in Kathmandu, Nepal. *Water Resources Research*, 41(W02012). <https://doi.org/10.1029/2003WR002443>
- Persson, T. (2002). Household choice of drinking-water source in the Philippines. *Asian Economic Journal*, 16(4):303-316. <https://doi.org/10.1111/1467-8381.t01-1-00154>
- Rahut, D., Ali A., Chhetri, N., Behera, B., & Jena, P. (2016). Access to safe drinking water and human health: empirical evidence from rural Bhutan. *Water Supply*, 16(5). <https://doi.org/10.2166/ws.2016.063>
- Rietveld, P., Rouwendal, J. & Zwart, B. (2000). Block Rate Pricing of Water in Indonesia: Analysis of Welfare Effects. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 36(3): 73-92. <https://doi.org/10.1080/00074910012331338983>
- Romani, L., Terashima, A., Florencio, L, Quijano, C., Canales, M., Tello, R. (2005). Estudio comparativo, prevalencia de Hymenolepis nana y otros entero parásitos en el distrito de San

Lorenzo de Quinti, Huarochirí. *Diagnóstico (Perú)*, 44(3):128-131. <http://www.fihu.org.pe/revista/numeros/2005/jul-set05/128-131.html>

Sajjadi, S., Alipour, V., Matlabi, M., Biglari, H. (2016). Consumer Perception and Preference of Drinking Water Sources. *Electron Physician*, 8(11): 3228-3233. <https://doi.org/10.19082/3228>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2018). *Metodología para la fijación del valor de la cuota familiar por la prestación de los servicios de saneamiento brindados por organizaciones comunales*. N°008-2018-SUNASS-100.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1553053/Informe%20N%C2%B0%20008%20-2018-Sunass-100..pdf>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2020). Guía para calcular la cuota familiar de los servicios de saneamiento en organizaciones comunales. https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2021/08/guia_cuota_familiar.pdf

Singh, B., Bhatia, R., Briscoe, J., Griffin, C., & Kim, C. (1991). *Rural water supply in Kerala India*. Policy Planning and Resource Staff, Infrastructure and Urban Development. World Bank. Washington D.C, Estados Unidos.

Strand, J. & Walker, I. (2005). Water Markets and Demand in Central American Cities. *Environment and Development Economics*, 10(3): 313-335. <https://doi.org/10.1017/S1355770X05002093>

Totouom, F. & Fondo, S. (2012). Determinants of the households: choice of drinking water source in Cameroon. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 14(3): 86-97. <https://jsd-africa.com/Jsda/Vol14No3-Summer2012A/PDF/Determinants%20of%20the%20Households%20Choice.Luc%20Armand%20Totouom%20Fotue.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. México D.F., México. <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr/2019>

Viton, P. (1985). On the interpretation of income variables in discrete-choice models. *Economics Letters*, 17: 203-206. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(85\)90202-2](https://doi.org/10.1016/0165-1765(85)90202-2)

Viton, P. (1985). On the interpretation of income variables in discrete-choice models. *Economics Letters*, 17: 203-206. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(85\)90202-2](https://doi.org/10.1016/0165-1765(85)90202-2)

Water for People (2016). Las JASS: funciones e instrumentos de gestión. *Serie de cuadernos de trabajo para las JASS*. <https://thewashroom.waterforpeople.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/Cuaderno-de-trabajo-JASS-Gestion-de-la-JASS-Peru-agosto-2016.pdf>

World Bank Water Demand Research Team (1993). *Towards a new rural water supply paradigm: Implications of a multi-country study of households' willingness to pay for improved water services*. World Bank Research Observer.

