



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE Y HUELLA
HÍDRICA DEL SECTOR RESIDENCIAL EN VIVIENDAS DE LA
CIUDAD DE AZÁNGARO – PUNO – 2021**

TESIS

PRESENTADA POR:

SARA PILAR VILLANUEVA ALVARADO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA
POTABLE Y HUELLA HÍDRICA DEL SECT
OR RESIDENCIAL EN VIVIENDAS DE LA C
IUDAD DE AZÁNGARO – PUNO – 2021**

AUTOR

SARA PILAR VILLANUEVA ALVARADO

RECuento DE PALABRAS

24822 Words

RECuento DE CARACTERES

124046 Characters

RECuento DE PÁGINAS

129 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.7MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 11, 2024 3:09 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 11, 2024 3:13 PM GMT-5


● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)


D. Sc. Edilberto Velarde Coaguira
Director / Asesor



Resumen



DEDICATORIA

A mis padres Mariano Villanueva y Yola Alvarado; quienes de acuerdo con sus posibilidades se esforzaron por brindarme apoyo y guía en mi niñez, adolescencia y juventud, por su paciencia, y su confianza para lograr un objetivo más en mi vida

A mis hijos Hélaman Rosel y Derek Rosel quienes han sido mi mayor motivación para no rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos

Sara Pilar, Villanueva Alvarado



AGRADECIMIENTO

Nuestro Padre Celestial por guiar mis pasos y conducirme por el sendero del bien, además de darme voluntad y sabiduría en los momentos complicados y humildad en los momentos de dicha.

A la Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Agrícola y todo el personal docente quienes formaron parte de mi formación profesional.

A mi director/asesor de tesis: Dr. José Justiniano, Vera Santa María, a quien le doy mi más sincera gratitud por su dirección y enseñanza en la labor de esta tesis. Por su paciencia y disponibilidad para guiarme.

Sara Pilar, Villanueva Alvarado



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ACRÓNIMOS

RESUMEN 15

ABSTRACT..... 16

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA 20

1.1.1. Pregunta General 22

1.1.2. Preguntas Específicas 22

1.2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACION..... 22

1.2.1. Hipótesis general 22

1.2.2. Hipótesis específica 23

1.2. OBJETIVOS..... 23

1.2.1. Objetivo general 23

1.2.2. Objetivos específicos 23

1.3. JUSTIFICACIÓN 24

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 26



2.1.1. A nivel internacional	26
2.1.2. A nivel nacional	28
2.1.3. A nivel regional y/o local	30
2.2. MARCO TEÓRICO	30
2.2.1. Definiciones	30
2.2.2. Gestión de los recursos hídricos.....	32
2.2.3. Planificación de los recursos hídricos en el Perú	33
2.2.3.1. Objetivos de la planificación de los recursos hídricos	33
2.2.3.2. Aspecto socio económico del agua	36
2.2.4. Desenvolvimiento de los recursos hídricos.....	38
2.2.5. Calidad del agua en Perú.....	41
2.2.5.1. Reglamento de gestión de la calidad del agua para consumo humano.....	43
2.2.6. Agua para consumo humano	44
2.2.7. Servicios de suministro de agua potable	45
2.2.8. Cobertura de agua potable.....	45
2.2.9. Servicio de saneamiento en el Perú.....	46
2.2.10. Servicios de agua y saneamiento básico	48
2.2.11. Agua para consumo humano	49
2.2.12. Consumo por red pública	50
2.2.13. Agua potable en región Puno	51
2.2.14. La huella hídrica.....	52
2.2.15. Huella hídrica y agua virtual	54
2.2.16. Huella hídrica en Lima Perú	55



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1.	ZONA DE ESTUDIO.....	57
3.1.1.	Límites de la provincia.....	57
3.1.2.	Localización política de la ciudad.....	57
3.1.3.	Zona geográfica.....	58
3.1.4.	Localización	58
3.2.	CLIMA.....	58
3.3.	FUENTE DE AGUA DE LA CIUDAD DE AZANGARO	59
3.4.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	59
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	60
3.5.1.	Población.....	60
3.5.1.1.	Población con servicio de agua potable años 2014 – 2019.....	60
3.5.1.2.	Viviendas con agua potable – Azángaro ciudad	60
3.5.2.	Muestra	63
3.6.	METODOLOGÍA	63
3.6.1.	Evaluación de los niveles en consumo de agua correspondiente al sector residencial en la ciudad de Azángaro.....	64
3.6.2.	Evaluación de la HH del sector residencial a nivel de la localidad de Azángaro	64
3.6.2.1.	Huella hídrica total, sector residencial de Azángaro – ciudad..	65
3.6.2.2.	Evaluación HH azul sector residencial localidad de Azángaro	65
3.6.2.3.	Evaluación HH gris sector residencial localidad de Azángaro.	66
3.6.2.4.	Determinación de la HH indirecta, sector residencial localidad de Azángaro	67



3.6.3. Sostenibilidad de la HH, sector residencial de Azángaro 67

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

**4.1. EVALUACIÓN DE NIVELES CONSUMIDOS DE AGUA EN VIVIENDAS
DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO SECTOR RESIDENCIAL 69**

4.1.1. Viviendas con servicio operativo, Azángaro..... 69

4.1.2. Consumo de agua potable distribuida, según facturación de Empresa Nor
Puno S. A. – ciudad de Azángaro 69

4.1.3. Comportamiento de volúmenes de agua consumida por el sector
residencial, ciudad de Azángaro 71

4.1.3.1. Proyección de posibles niveles de agua a consumir en sector
residencial del 2014 a 20219..... 71

4.1.3.2. Consumo real del sector residencial facturado de agua potable
del año 2018 al 2021. Ciudad Azángaro 72

4.1.3.3. Variación de niveles de agua potable consumidos en ciudad de
Azángaro 74

4.1.3.4. Consumo per cápita de agua potable sector residencial, por
vivienda y por habitante 75

4.1.4. Resultados de encuestas sobre agua potable usada, sector residencial
ciudad de Azángaro, según encuestas 78

**4.2. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL SECTOR
RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO..... 79**

4.2.1. HH azul del consumo del sector residencial Azángaro ciudad 80

4.2.1.1. HH azul considerando datos del afluente y el efluente, año 2021
..... 80



4.2.1.2. HH azul-método de la water footprint network	82
4.2.1.3. HH azul según las investigaciones realizadas por la WFN y la FAO. (Water Footprint Network 2011)	84
4.2.1.4. HH azul per cápita por vivienda y por habitante del sector residencial	85
4.2.2. HH gris sector residencial, ciudad de Azángaro	87
4.2.3. Evaluación de la HH indirecta del sector residencial, Azángaro, según la WFN	91
4.2.4. Huella hídrica total del sector residencial, Azángaro ciudad	92
4.2.5. Comprobación con Análisis estadístico de la HH Azul y HH Gris según el consumo de agua por año.	93
4.3. SOSTENIBILIDAD DE LA HH SECTOR RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO.....	94
4.3.1. HH azul del consumo del sector residencial Azángaro ciudad	96
4.3.2. Sostenibilidad de la HH gris, sector residencial - Azángaro.....	99
V. CONCLUSIONES	102
VI. RECOMENDACIONES.....	104
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
ANEXOS	110

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Recursos hídricos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 18 de abril de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Gestión de los recursos hídricos. 35
Tabla 2	Los recursos hídricos por región hidrográfica en Perú - PNRH 2013. 37
Tabla 3	Normatividad sobre calidad del agua. 41
Tabla 4	Población que consume agua proveniente de red pública. 50
Tabla 5	Población con red pública, por tipo de conexión. 51
Tabla 6	Distancias y tiempo a la ciudad de Azángaro. 58
Tabla 7	Parámetros promedios de la temperatura en – Azángaro..... 59
Tabla 8	Proyección, población administrada por empresa Nor Puno S.A – Azángaro. 60
Tabla 9	Viviendas con agua potable ciudad de AZANGARO INEI. 61
Tabla 10	Evolución proyectada conexiones domiciliarias de agua potable 2014 -2019 Azángaro. 61
Tabla 11	Viviendas, conexiones de agua potable Azángaro 2020 y 2021..... 62
Tabla 12	Proyección de consumos de agua potable por sector. Azángaro ciudad, m ³ /año. 70
Tabla 13	Volumen consumo proyectado agua del sector residencial ciudad de Azángaro (m ³ /año). 71
Tabla 14	Volumen consumo de agua sector residencial ciudad de Azángaro 2018 - 2021 (m ³ /año)..... 73
Tabla 15	Variación del nivel consumido real de agua potable años 2018 a 2021- Azángaro. 74
Tabla 16	Consumo per cápita con datos proyectados sector residencial, ciudad de Azángaro 2014 – 2019. 75



Tabla 17	Consumo per cápita de agua potable 2018 – 2021.	77
Tabla 18	Agua potable usado en viviendas ciudad de Azángaro (m ³ /año) – Encuestas setiembre 2021.	78
Tabla 19	Perspectiva sectorial de HH a cuantificar – WFN.	80
Tabla 20	HH azul sector residencial con datos proyectados 2014 – 2019.....	82
Tabla 21	HH azul sector residencial con datos reales 2018 - 2021, según la base de datos de WFN.	82
Tabla 22	HH Azul con datos proyectados 2014 – 2019, según la WFN y la FAO, m ³ /año.	84
Tabla 23	HH azul sector residencial (datos reales), según la WFN y FAO. 2018 a 2021.....	84
Tabla 24	HH Azul per cápita Azángaro 2014 – 2019 (datos proyectados).	86
Tabla 25	Huella Hídrica azul per cápita 2018 – 2021.....	87
Tabla 26	Resultado del informe de ensayos de laboratorio 2019.	88
Tabla 27	HH indirecta, población ciudad de Azángaro, según canasta básica familiar WFN (m ³ /mes).	91
Tabla 28	HH total del sector residencial, ciudad de Azángaro, base de datos WFN..	92
Tabla 29	Prueba de Normalidad para análisis estadístico.	93
Tabla 30	Prueba de PEARSON.	94
Tabla 31	Disponibilidad real de agua, cuenca Azángaro año 2018.	95
Tabla 32	1 Rangos de requerimientos ambientales de la cuenca (Water Footprint Network).	97
Tabla 33	Índice de escasez de la HH azul, sector residencial 2018.....	98
Tabla 34	Sostenibilidad de la HH gris. Nivel de contaminación hídrica ciudad Azángaro 2018.	100



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Huella hídrica por sector y el tipo de huella (en millones de m ³) en la ciudad de Lima.....	56
Figura 2 Consumo proyectado de agua potable sector residencial ciudad de Azángaro (m ³ /año).....	71
Figura 3 Consumo de agua potable ciudad Azángaro 2018 – 2021, (m ³ /año).....	74
Figura 4 Consumo per cápita proyectado sector residencial, Azángaro 2014 – 2019.	76
Figura 5 Consumo per cápita de agua potable 2018 – 2021.	77
Figura 6 HH azul sector residencial, según la base de datos de la WFN. 2018 – 2021.	83
Figura 7 HH azul sector residencial, según WFN y la FAO. 2018 a 2021.	85
Figura 8 Disponibilidad de agua, cuenca Azángaro año 2018.	96
Figura 9 Sostenibilidad de la HH Azul, sector residencial año 2018.....	99
Figura 10 Sostenibilidad de la HH gris año 2018.	101



ACRÓNIMOS

AAA:	Autoridad Administrativa del Agua.
ALA:	Autoridad Local del Agua.
ANA:	Autoridad Nacional del Agua.
AQUAFONDO:	Fondo de Agua para Lima y Callao.
C_{afl}:	Concentración del parámetro escogido para la cuantificación de la HH Gris en el afluente.
CC:	Cambio Climático.
CDKN:	Climate Development Knowledge Network.
C_{efl}:	Concentración del parámetro escogido para la cuantificación de la HH Gris en el efluente.
C_{Max}:	Concentración máxima en el cuerpo receptor, del parámetro escogido para la cuantificación de la HH Gris, establecido por la ley.
C_{nat}:	Concentración natural, sin alteraciones antropogénicas, que se utiliza para la cuantificación de la HH Gris.
DBO₅:	Demanda Bioquímica de Oxígeno, a los 5 días de tomada la muestra.
DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.
DQO:	Demanda Química de Oxígeno.
EPS:	Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
FFLA:	Fundación Futuro Latinoamericano.
GIRH:	Gestión Integrada de Recursos Hídricos.



HH:	Huella Hídrica.
HH Azul:	Huella Hídrica azul.
HH Gris:	Huella Hídrica gris.
HH Verde:	Huella Hídrica Verde.
L.R.H:	Ley de Recursos Hídricos.
MML:	Municipalidad Metropolitana de Lima.
PENRH:	Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú.
PGRHC:	Plan de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca.
PNRH:	Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú.
PTAR:	Planta para tratamiento de aguas residuales.
SASA:	Servicios Ambientales S.A.
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
SERNANP:	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
SNGA:	Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
SNGRH:	Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos.
Sst:	Sólidos suspendidos totales.
SUNASS:	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
WFN:	Water Footprint Network: Red de Huella Hídrica.



RESUMEN

Puno es una región con riqueza en recurso hídrico; pero, paradójicamente las poblaciones enfrentan problemas de escasez de agua para consumo humano. Por ende, el recurso hídrico ha sufrido una disminución en su cantidad y calidad debido al rápido crecimiento urbano y al uso no sostenible del recurso. El objetivo de la investigación fue evaluar el consumo de agua potable y analizar la huella hídrica y su nivel de sostenibilidad en el sector residencial de la ciudad de Azángaro. Para ello, se aplicó la metodología de la Water Footprint Network, utilizando información de EPS Nor Puno S.A. y realizando encuestas a la población. Además, se evaluó la sostenibilidad de la huella hídrica mediante el índice de escasez y contaminación. Los resultados obtenidos afirman que, el sector residencial el 2018 y 2021 tuvieron un consumo de 803,851.71 m³/año y 758,036.0 m³/año de agua, respectivamente, el per cápita de los mismos años fue 105.76 m³/vivienda/año y 36.79 m³/hab./año; según encuestas el consumo per cápita fue de 70.64 m³/vivienda/año y 17.83 m³/hab./año. La HH azul obtenida según método de la FAO y la WFN el mayor valor fue 80,385.17 m³/año en el 2018. La HH gris alcanzó 564,292.18 m³/año para el 2019. La HH indirecta fue de 21'388, 800.0 m³/año. En el 2018 el índice de escasez de agua de junio a octubre tiene un valor alto, que coincide con la época de estiaje; en este mismo año el índice de contaminación es elevado es decir que tiene una alta descarga contaminante, por ende, el HH azul es bajo. Estos resultados contribuyen en determinar y evaluar la escasez y degradación hídrica del agua del sector residencial; además servirán para la planificación de proyectos de agua potable, contribuyendo a mejorar la gestión y administración de este recurso para su conservación.

Palabras clave: Agua, Azángaro, Consumo agua potable, Huella hídrica, Sector residencial.



ABSTRACT

Puno is a region rich in water resources; but, paradoxically, the populations face problems of scarcity of water for human consumption. Therefore, the water resource has suffered a decrease in its quantity and quality due to rapid urban growth and the unsustainable use of the resource. The objective of the research was to evaluate the consumption of drinking water and analyze the water footprint and its level of sustainability in the residential sector of the city of Azángaro. For this, the Water Footprint Network methodology was applied, using information from EPS Nor Puno S.A. and conducting surveys of the population. In addition, the sustainability of the water footprint was evaluated through the scarcity and contamination index. The results obtained affirm that the residential sector in 2018 and 2021 had a consumption of 803,851.71 m³/year and 758,036.0 m³/year of water, respectively, the per capita of the same years was 105.76 m³/house/year and 36.79 m³/hab/year; according to surveys, per capita consumption was 70.64 m³/dwelling/year and 17.83 m³/hab./year. The blue HH obtained according to the FAO and WFN method, the highest value was 80,385.17 m³/year in 2018. The gray HH gray 564,292.18 m³/year for 2019. The indirect HH was 21'388, 800.0 m³/year. In 2018, the water scarcity index from June to October has a high value, a period that coincides with the dry season; In this same year, the contamination index is high, that is to say, it has a high polluting discharge, therefore, the blue HH is low. These results contribute to determine and evaluate the scarcity and water degradation of water in the residential sector; They will also serve for the planning of drinking water projects, contributing to improve the management and administration of this resource for its conservation.

Keywords: Water, Azángaro, Drinking water consumption, Water footprint, Residential sector.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Es tarea fundamental abordar el problema actual referida a la crisis del agua que enfrentamos, la misma que es motivo de enorme preocupación para la humanidad, dado que es mundial y de grandes magnitudes (ANA, 2013), esencialmente en tres de sus aspectos más gravitantes: disponibilidad, calidad y gestión. Todo hace prever que, a menos que se tomen medidas eficaces y concertadas, esta alarmante situación se agravará con el paso del tiempo (ANA, 2013).

Los recursos hídricos son variables en el tiempo y en el espacio (ANA, 2013), con disponibilidades diferentes en las distintas latitudes del mundo; justamente, esta disponibilidad y uso del agua están cambiando. Según el Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, “Agua para todos, Agua para la Vida” publicado en el año 2003, se considera que la preocupación de los recursos hídricos se puede resumir en tres áreas claves: la escasez, la calidad y los desastres relacionados con ella (ANA, 2013).

La preocupación de las poblaciones referente a la situación de escasez de agua se acentúa aún más porque tenemos las fuentes contaminadas y sobre todo, al mal uso que hacemos de la que tenemos disponible (Mauritius, 2012); emisiones a la atmósfera de gases potencializando el efecto invernadero, paulatino adelgazamiento de la capa de ozono; destrucción de ecosistemas para poder obtener los recursos naturales que la sociedad demanda llegando a la sobreexplotación indiscriminada de los mismos. Estos son algunos problemas ambientales a los cuales se enfrenta actualmente el hombre. La degradación ambiental no sólo afecta a la calidad o a la estética, de la existencia humana,



sino que también muestra potencial para disminuir las condiciones necesarias para la sostenibilidad de la vida, según Mauritius, (2012), como citó Martínez, (2013).

A través del proceso histórico de la humanidad los pueblos y culturas importantes se han formado alrededor de ríos, lagos o manantiales (SUNASS, 2004); actualmente, las ciudades modernas se establecen en los alrededores de fuentes superficiales que proporcionan a las sociedades el agua necesaria para su crecimiento. Por ejemplo, Lima se fundó en el valle del río Rímac, Buenos Aires en el valle del Río de La Plata y así en otros casos (SUNASS, 2004).

De todos los tipos de agua que existen en la Tierra (Pérez, 2017), ninguno es máspreciado por la población mundial que el agua potable. El historiador Carl Grimberg, al hablar sobre el nivel de vida en Europa durante los siglos XV y XVI, describe con asombro cómo un gran porcentaje de la población, cerca de 60%, moría a causa de enfermedades relacionadas o transmitidas por el agua de bebida. Sin duda, la creación de los mecanismos que permiten desinfectar el agua de bacterias mejoró de manera radical el nivel de vida de la humanidad. Por ello, el agua potable, cuando es suministrada dentro de los parámetros establecidos de calidad, garantiza un líquido saludable tanto para beber y cocinar como para realizar las tareas relativas a la higiene personal (SUNASS, 2004).

La necesidad sobre demanda de agua cada vez es mayor, en los procesos productivos que conllevan a obtención de alimentos, provocando situaciones de estrés hídrico en numerosos lugares (FAO, 2013), ya sea por una limitada disponibilidad natural del recurso, por una demanda intensiva o por una mezcla de ambas. En efecto, la crisis del agua se ha situado en el primer puesto del top ten de los riesgos globales en términos de impacto, de la décima edición del Global Risks Report 2015 (FCH y ONG Agualimpia,



2017). Efectivamente, cada una de las actividades humanas necesitan de agua para su ejecución que indudablemente ocasiona disminución de la cantidad disponible o contaminar cuerpos de agua que reciben descargas (ONG Agualimpia, 2017). El primer caso, comprende los usos consuntivos de agua, los cuales se refieren a los usos de agua dulce en donde no hay devolución del agua extraída a la cuenca de origen y por lo tanto deja de estar disponible para otros usos. El agua es consumida al ser evaporada, evapotranspirada, incorporada en productos, trasvasijada de cuenca o vertida al mar (ISO, 2014 y Hoekstra et al., 2011). En el segundo caso, hablamos de usos que degradan la calidad del agua, referidos a la emisión de contaminantes al ambiente que producen contaminación en los cuerpos receptores. Ambos usos de agua se deben tener en cuenta a la hora de analizar la sostenibilidad del recurso hídrico (FCH y ONG Agualimpia, 2017).

El agua que cotidianamente usamos y gastamos las familias en cada una de las viviendas del sector residencial, es la que corresponde principalmente a actividades como, el aseo personal, lavar ropa, preparar los alimentos y el consumo directo (García & Toro, 2013); además, la necesaria para los todos los productos o el uso indirecto, requieren de agua para su producción y utilización. Esta situación ha impulsado al hombre a tener que medir el agua que consumimos y el efecto que causamos en las reservas de agua dulce a nivel global y local (García & Toro, 2013).

En efecto, es imprescindible determinar y evaluar todos los usos de agua mediante la Huella Hídrica de las naciones (Sotelo & Sotelo, 2018). Para ello, se ha creado el procedimiento para calcularlo mediante el método difundido por la organización Water Footprint Network (WFN, 2011), como procedimiento validado para determinar cuánto estamos gastando en nuestras actividades, así de este modo incentivar a racionalizar su uso ante la crisis de agua. En consecuencia, la difusión de la importancia del método de evaluación y determinación de la huella hídrica contribuye a tomar conciencia para



realizar el uso y aprovechamiento eficiente del servicio de agua potable de parte de los usuarios, sobre todo en el sector residencial y también en los demás sectores, dado que aún no es de conocimiento generalizado en nuestro país, por tal motivo la presente investigación es de fundamental importancia para orientar a la población y las autoridades a realiza el uso racional específicamente del agua potable a nivel local (Sotelo & Sotelo, 2018).

Como indica Sotelo, realizar el estudio de la “Huella Hídrica” a niveles territoriales inferiores y específicos (Olcina, 2013) permite conocer exactamente cuánta agua, y en qué condiciones, se utiliza en los sistemas de agua locales, y cuánta agua sería necesaria para contrarrestar las corrientes contaminadas, indica Chapagain y Orr, (2009), como citó Sotelo & Sotelo, (2018).

1.1. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua, es el recurso natural principal para la existencia del componente biótico en el planeta, de manera esencial y prioritaria para el ser humano; no obstante, desde la década de los 70 existe gran preocupación por su escasez, especialistas hacen referencia que esta situación se debe al crecimiento incesante de la población y el problema de la contaminación de este recurso ocasionada por las distintas actividades antrópicas que exige el actual modelo de desarrollo consumista.

Conforme a la distribución se conoce que el agua dulce a nivel mundial es del 2.5%; por otra parte, la presión sobre el recurso se ha incrementado en los últimos años dando lugar a impactos de carácter negativo a causa del incremento en la construcción de conjuntos habitacionales multifamiliares, han ocasionado una mayor demanda de agua y por ende un incremento en la cantidad de agua residual (García & Toro, 2013).



Los problemas ambientales globales tienen una raíz local, y eminentemente urbana, indica Chapagain y Orr, 2009 (Sotelo & Sotelo, 2018). El uso de agua potable es un caso específico enmarcado en esta situación, como resultado del uso no racional por parte de la población. Problema que es necesario y urgente abordar a fin de contribuir a mejorar la eficiencia de uso de este recurso.

En consecuencia, el agua actualmente según diversas investigaciones ha convertido en un recurso sujeto a afectación vulnerable y escaso, al mismo tiempo el más importante recurso para la existencia del ser humano. Al respecto, el problema esencial resultante es su alteración en cuanto a su cantidad y calidad en las últimas décadas, esencialmente el agua potable por el acelerado crecimiento urbano de las ciudades dado el aumento de la población de forma logarítmica, así como por el uso y aprovechamiento no racional que hace el ser humano en diferentes actividades, específicamente en el uso de agua potable en el sector residencial; es decir en cada una de las viviendas.

Científicamente el indicador de HH conllevará a formular, evaluar y hacer seguimiento a proyectos encaminados a mejorar la sostenibilidad ambiental hídrica de la ciudad (Santos, 2010), como mejoramiento integral de barrios, renovación urbana “*con soluciones integrales de residuos líquidos, y nuevas políticas de consumo - producción con base del ahorro y conservación del recurso hídrico, para así disminuir los impactos que se generen*”, (Santos, 2010 como citó García & Toro, 2013).

El consumo de agua potable es un problema complejo y deficitario para la población de la ciudad de Azángaro, debido a que la principal fuente de extracción es el río del mismo nombre, cuyas aguas vienen siendo contaminadas por el desarrollo de actividades mineras informales en las partes altas de la cuenca; así mismo la población carece de conocimientos sobre el uso sostenible del agua potable, situación que exige



investigar el uso del agua potable del sector residencial, la generación de Huella Hídrica y su contaminación, a través de la HH azul, la HH gris y la HH indirecta. Esta información servirá de base para que las instituciones pertinentes tomen decisiones orientadas a implementar el uso sostenible del agua potable en la ciudad de Azángaro.

1.1.1. Pregunta General

¿Cuál es el comportamiento del consumo de agua potable y la respectiva HH del sector residencial en Azángaro - ciudad?

1.1.2. Preguntas Específicas

¿Cómo es el perfil del consumo de agua potable correspondiente al sector residencial en las viviendas de Azángaro?

¿Qué comportamiento tiene la Huella Hídrica generada por el agua potable que consume el sector residencial en viviendas de Azángaro?

¿Cuál es el indicador de sostenibilidad de la Huella hídrica del agua potable sector residencial en Azángaro?

1.2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACION

1.2.1. Hipótesis general

La población administrada del sector residencial de Azángaro usa agua potable y genera una huella hídrica en función al promedio de agua per cápita por habitante y ocasiona un nivel de contaminación.



1.2.2. Hipótesis específica

Los niveles de agua potable distribuida que consume el sector residencial en viviendas de la ciudad de Azángaro se estima que se incrementa en el tiempo conforme a la expansión urbana por crecimiento poblacional.

La huella hídrica del agua potable correspondiente al sector residencial en viviendas de la ciudad de Azángaro se evalúa mediante las huellas hídricas azul, gris e indirecta, se considera que son valores aceptables.

Los indicadores que corresponde a huella hídrica gris y azul, miden la sostenibilidad de la huella hídrica, se considera que la contaminación generada es alta.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el consumo de agua potable, la correspondiente huella hídrica generada por el sector residencial de las viviendas de Azángaro - ciudad.

1.2.2. Objetivos específicos

Evaluar el agua potable distribuida que consume el sector residencial en las viviendas de la ciudad de Azángaro, a partir de datos medidos por la EPS Nor Puno S. A. y de encuestas formuladas a la población.

Evaluar la Huella Hídrica generada por agua potable consumida del sector residencial en viviendas de la ciudad de Azángaro, considerando las componentes HHazul, HHgris y HH indirecta.



Determinar la sostenibilidad de la HHazul y HHgris del sector residencial de la ciudad de Azángaro.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Es una tarea fundamental mejorar la gestión de los recursos hídricos y el acceso al suministro de agua y al saneamiento para abordar varias desigualdades sociales y económicas de manera que “nadie se quede atrás” a la hora de disfrutar de los múltiples beneficios y oportunidades que brinda el agua (UNESCO, 2019).

Según la ONU, las cantidades respecto al agua que usamos en las distintas actividades han aumentado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo. La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua, debido principalmente al aumento de la demanda en los sectores industrial y doméstico. Más de 2.000 millones de personas viven en países que sufren una fuerte escasez de agua, y aproximadamente 4.000 millones de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Los niveles de escasez seguirán aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático (UNESCO, 2019).

Es muy importante y se justifica estudiar la “Huella Hídrica” a niveles territoriales inferiores y específicos porque permite conocer exactamente cuánta agua, y en qué condiciones, se utiliza en los sistemas de agua locales, y cuánta agua sería necesaria para contrarrestar las corrientes contaminadas, indica Chapagain y Orr, (2009), como citó Sotelo & Sotelo, (2018).

Actualmente, el problema es que el agua viene siendo afectado en su cantidad y calidad, por el acelerado crecimiento urbano de las ciudades en razón al aumento de la



población en forma logarítmica, así como por el uso y aprovechamiento no racional que hace el ser humano en diferentes actividades, específicamente en el uso doméstico del sector residencial, es decir en cada una de las viviendas. En Azángaro, el servicio de agua potable es un problema complejo y deficitario, así mismo la población carece de conocimientos sobre el uso adecuado de este recurso, situación que conllevó a investigar el comportamiento del consumo y la estimación de la huella hídrica en viviendas y las actividades domésticas propias; es decir del sector residencial de Azángaro.

La presente investigación se justifica porque, como indican García y Toro, calcular la huella hídrica del agua potable apropiadamente nos permite comprender este intercambio hídrico que se da en nuestro ambiente. “Cabe agregar que la implementación del indicador de huella hídrica permite reconocer, analizar, plantear y proponer soluciones prácticas y creativas orientadas a la prevención o mitigación de los problemas ambientales del recurso hídrico” (García & Toro, 2013).

La HH determina el nivel de escasez y contaminación ocasionada por las actividades diarias de consumo en las viviendas, que con el aumento de la población este problema es cada vez mayor. La investigación científicamente mediante la metodología y resultados contribuyen a planificar adecuadamente el uso de agua en la ciudad y la su conservación con enfoque ambiental y socioeconómico; así mismo orienta para que las instancias correspondientes consideren en planes del suministro de agua potable de manera sostenible.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

La presente investigación es actualmente de gran importancia, en efecto se cuenta con antecedentes de trascendencia, se indican a continuación las siguientes:

2.1.1. A nivel internacional

Sotelo & Sotelo (2018), en estudios geográficos, titulado “Consumo de agua y huella hídrica de las ciudades españolas” utilizando un método de cálculo de la huella hídrica, como se manifiesta en la siguiente ecuación: $WF_{cons} = WF_{cons.dir} - WF_{cons.indir}$, donde: $WF_{cons.dir}$: es la huella hídrica directa, que se refiere al consumo y la contaminación del agua relacionada con su uso en el hogar o en el jardín. Obtiene en sus estimaciones que la huella hídrica de producción anual en España es 94 Km^3 , y huella hídrica per cápita de $2.325 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$. Además, señalan que el agua consumida en las áreas urbanas es tan solo una parte debido a que toda el agua no es medido debido a que están las diferencias entre el agua de las redes pública y los recursos hídricos empleados, manifestaron también que el uso del agua en el 2014 alcanzó 4.873 hm^3 , y el 2015 se incrementó en un 21 %, pese que se tuvo menor consumo en las casas y las empresas. Así mismo indicaron que las actividades económicas encabezan el consumo de agua con 923 hm^3 , seguida de las pérdidas (720 hm^3) y municipios (422 hm^3) y que los hogares tienen 2.9 hm^3 siendo el más bajo, por lo que concluye que a huella hídrica es más alto cuanto mayor es el puesto de la ciudad en la jerarquía urbana.



Gómez (2016), en su trabajo de investigación “Evaluación de la huella hídrica del ciclo integral del agua de la mancomunidad de la comarca de Pamplona”, para ello siguió el proceso de cálculo de: the water footprint assessment manual, donde delimito las entradas y salidas, las cuales fueron debidamente halladas de esta manera consiguió cuantificar en el año 2014 la huella hídrica la cual fue de 5 790 817 m³ de donde el tratamiento de agua potables fue de 18% , fuentes de suministro alcanzó el 14%, depuración de aguas residuales un 4 % , las centrales hidroeléctricas (CH Eugi, Urtasun y Egillor) al igual que la red de saneamiento obtuvieron un 0 % y que el 64% responde al líquido no registrado en la red abastecimiento, por lo que sugiere que se deban invertir en la detección de las fugas, logrando de esta manera poder reducir la huella hídrica, además indica que las aguas grises deben ser usadas en el campo y concluye que cada vez que se abren las llaves y pasan 10 litros de agua en las casas más de 2 litros son perdidas.

Ivanova (2013), en su tesis titulada “Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una herramienta de gestión del recurso hídrico en el área urbana”, empleo un método propuesto por Water Footprint Network (WFN), donde la huella hídrica azul para Bogotá, se manifiesta en la siguiente ecuación: $HH_{\text{azul}} = HH_{\text{consumos}} + HH_{\text{IANC}}$, donde HH es huella hídrica y IANC es índice de agua no contabilizada en metros cúbicos, donde hace mención que la ciudad de Bogotá logro minimizar en 17.6 % entre los años 1993 y 2008, el cual es debido a reducción del consumo por persona que fue de 165.5 a 108 litros por día y que la huella hídrica total correspondiente al año 2008 es de 1006 millones/m³/año representando por huella hídrica azul que es el 44.2% y la huella hídrica gris



55.8%, además indico que rio sigue siendo contaminado por lo que no hubo recuperación.

2.1.2. A nivel nacional

Aliaga (2019), en su trabajo de investigación “Evaluación de la huella hídrica directa del distrito de Chorrillos como una herramienta de gestión de recursos hídricos”, se planteó el objetivo de determinar la huella hídrica en el distrito de Chorrillos utilizando el método Water Footprint Network (WFN), para la huella hídrica verde, azul y gris. Como resultado se obtuvo que la HH verde fue 42 454.75 m³ en el 2016 y 39 068.12 m³ en el 2017, para la HH azul 16.91 MMC (2016) y 17.44 MMC (2017) y la HH gris fue de 563.33 MMC el año 2016 y 466.51 MMC el año 2017, como podemos apreciar existe una reducción de 16.59 % el año 2017 con respecto al 2016, donde concluye que la huella hídrica podría considerarse como indicador de gestión del recurso hídrico. Además, hace mención que sostenibilidad de la HH azul en el distrito de Chorrillos se encuentra en estrés y que el consumo per cápita es 106 litros por día en el año 2016 y 109 litros por día en el año 2017.

Aquafondo (2018), en la investigación titulada “Huella hídrica de los usuarios de agua de Lima Metropolitana”. Utilizo el método de Water Footprint Network con la información del año 2016 y el área que abarco el presente estudio fue desde la distribución de agua hasta la liberación del agua residual al mar y se realizó los cálculos de HH directa de los consumidores de Lima. Como resultado se obtuvo que la HH azul fue de 638 MMC, donde el que mayor consumo realizo fue el área residencial con un 54% y el sector público un 7 %. La HH gris, fue de 1768 MMC, donde el sector residencial e industrial alcanzo un 97 %, de los cuales



la parte residencial tiene un nivel elevado de efluentes, además reporto la sostenibilidad de la HH azul directa para lima, manifestando que el 57 % de agua disponibles se acaba de manera irremediable, haciendo un que la urbe metropolitana tenga un drástico estrés hídrico todo el año. Sin embargo, la municipalidad tiene un potencial para reducir la huella azul, siempre en cuando utilicen el agua de residual tratada debidamente, como riego de áreas verdes y no se utilice el agua potable. Además, concluyo que existe alto porcentaje de agua residual vertido al mar sin ser tratada evitando su reincorporación al sistema por ende influyo en los resultados de HH azul.

Rendón (2015), en su publicación titulada “La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú” hace mención que el agua está en un 70 % de la superficie del planeta y que el agua dulce representa solo el 2.5 %, de lo cual las zonas andinas tienen el 95 %, sin embargo, hace mención que existe un retroceso debido que no se está gestionando de manera adecuada, por lo que indica que la huella hídrica es un indicador biofísico, que es aplicable a un individuo, cultivo, área geográfica, una región, país por ende muestra la huella hídrica en el Perú, y señala que la costa tiene un 2062,8 m³ y la selva es 324,6 m³/ha, de donde acuña que los departamentos de Lambayeque, Piura y La Libertad presentan alto consumo de agua, donde HH gris es el 7 %, HH verde el 9% y la HH azul el 84 % es el caso de cultivos representativos se tiene al arroz con de 6496,04 m³/ton, a la quinua con 3841,47 m³ /ton, de esta manera concluye que estos estudios de huella hídrica puedan tener el impacto para gestionar la utilización del agua mejorando de esta manera las políticas de gestión hídrica para obtener un incremento económico sostenible.



2.1.3. A nivel regional y/o local

En el período del desarrollo de la investigación se logró determinar que aún no se tiene estudios sobre de huella hídrica correspondiente al sector residencial en la región Puno.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Definiciones

a) Agua dulce

Es agua que no contiene sal es decir que es la que se encuentra en lagos, ríos y arroyos, pero no en los océanos. Toda agua dulce tiene su origen en la precipitación de vapor que llega a los lagos, los ríos y las aguas subterráneas, o bien lo hace por el derretimiento de la nieve o del hielo, llegando también al agua subterránea – la cuales la que se encuentra bajo la superficie de la tierra (UNESCO, 2019).

b) Biodiversidad

Es un término reducido de la expresión diversidad biológica. Por ende, refleja la cantidad, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de una especie, entre especies distintas y entre ecosistemas (UNESCO, 2019).

c) Cambio climático

Es un cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la



variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables (UNESCO, 2019).

d) Ciclo del agua

Es un proceso por el que el agua se mueve desde el aire (condensación) hasta la tierra (precipitación) y vuelve a la atmósfera (evaporación). El uso que realizan los humanos, puede transformar su ciclo (UNESCO, 2019).

e) Ecosistema

Es un complejo sistema formado por las comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos, así como por el medioambiente inerte que les rodea y sus interacciones como unidad ecológica. Según el objetivo del análisis, puede considerarse como ecosistema un único lago, una cuenca o una región entera (UNESCO, 2019).

f) Glaciar

Es una extensa masa de hielo que se forma sobre la superficie terrestre por la acumulación y compactación de nieve y que muestra evidencia de movimiento pendiente abajo por la influencia de la gravedad (UNESCO, 2019).

g) Sostenibilidad

Es una característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades (UNESCO, 2019).



2.2.2. Gestión de los recursos hídricos

Indij & Schreider (2011), señalan que, en la actualidad, nos enfrentamos con una crisis del agua, que se debe a la falta de gestión adecuada e indican que para el año 2025, alrededor de 3 mil millones de personas sufrirán a causa de la escasez de agua, atribuyendo que ña crisis se deba a temas de gobernanza además de que los varones y mujeres que utilizan el agua no son partícipes de las decisiones, por lo que muchos ilustrados en tema después de sus estudios crearon una gestión integrada de recursos hídricos (GIRH).

a) La gestión integrada de los recursos hídricos

Los recursos hídricos que son utilizados de manera independiente son considerados como un todo y se contrapone al enfoque sectorial que se da cuando la responsabilidad por el agua potable, el agua de riego, para industria y para el medio ambiente recae en distintas agencias. Y por ende la falta de vínculos trae consigo descoordinación de la gestión y el desarrollo del uso de agua, y para conservar este recurso escaso, será difícil alcanzar un estado de seguridad respecto al agua. Los usos competitivos del agua ocasionan conflictos, por ejemplo, entre usos domésticos y agrícolas, agricultura e industria, agricultura y pesca, agentes ubicados aguas arriba y aguas abajo, regiones montañosas y llanas, áreas rurales y urbanas, etc. (Indij & Schreider (2011).

b) Impactos de los usos múltiples del agua en consideración de la GIRH

La mayoría de los usos del agua brindan beneficios a la sociedad, pero existen impactos que resultan y son fácilmente empeorados por una mala gestión y por consiguiente ausencia de regulación como también la falta de motivación por el organismo a cargo. Aunque todos los países tienen sus metas económicas y



de desarrollo prioritarias de acuerdo con las realidades socio ambiental y políticas, los problemas y las limitaciones surgen en todas las áreas, pero la voluntad y capacidad para tratar estas cuestiones de una manera coordinada impacta la estructura del gobierno del agua. Por lo tanto, el reconocimiento de la naturaleza de estos impactos negativos es un primer paso para GIRH (Indij & Schreider, 2011).

2.2.3. Planificación de los recursos hídricos en el Perú

ANA (2013), hace mención que en el plan nacional de recursos hídricos del Perú (PNRH), el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y la creciente preocupación por la salud de los ecosistemas producen demandas elevadas del recurso y por lo tanto su justificación es cada vez más complicada (ANA, 2013). El empleo intensivo de recursos hídricos afecta en gran manera a la propia de calidad del agua y a su entorno ambiental, y por consiguiente están en alerta y peligro las actividades que se sustentan en el agua y garantizan su inminente disponibilidad. La normatividad actual del agua responde a las necesidades actuales del Perú y enfatiza el papel de la planificación de la gestión de los recursos hídricos como elemento básico para la determinación de la política hídrica, al establecer la obligatoriedad de su formulación, instituir el organismo responsable de su elaboración, y determinar los objetivos que se persiguen y su contenido.

2.2.3.1. Objetivos de la planificación de los recursos hídricos

ANA (2013), señala que, en la constitución política del Perú de 1993, artículo 66°: Los recursos hídricos son patrimonio de la Nación y el Estado es soberano en su aprovechamiento. La Ley 29338 (2009), hace



referencia en su finalidad el regular el uso y la gestión integrada de recursos hídricos de acuerdo a los 11 principios que plantean un cambio en el modelo de gestión del agua en el Perú, los cuales son: valoración del agua y de gestión integrada del agua, prioridad en el acceso al agua, participación de la población y cultura del agua, seguridad jurídica, respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas, sostenibilidad, descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única, precautorio, eficiencia, gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica y tutela jurídica

La Ley 29338 (2009), indica en el artículo 9, la creación del sistema nacional de gestión de los recursos hídricos (SNGRH) con el objetivo de enlazar el accionar del Estado con el dirigir las gestiones integradas de los recursos hídricos en las cuencas, ecosistemas y sus viene asociados. Además, establece espacios de coordinación y concertación entre las entidades de la administración pública y los actores involucrados en esta gestión. Asimismo, se hace mención en el artículo 10 que el SNGRH es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Por lo tanto, se establecen instrumentos de planificación para gestión tal como se señala en el artículo 99, los cuales son:

- Política Nacional del Ambiente.
- Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.
- Plan Nacional de Recursos Hídricos.
- Planes de Gestión de Recursos Hídricos en cuencas.

ANA (2013), hace referencia que la política y estrategia nacional de recursos hídricos (PENRH) que es un instrumento del plan de gestión nacional del recurso hídrico, por lo cual definen las políticas y sus estrategias tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Gestión de los recursos hídricos.

Política nacional del agua		Estrategias asociadas
1	Gestión de la cantidad	1.1 Evaluar la oferta, disponibilidad y demanda de recursos hídricos en el país.
		1.2 Conservar la oferta de recursos hídricos en el país.
		1.3 Promover el uso eficiente y sostenible del agua.
2	Gestión de la calidad	2.1 Fortalecer las acciones sectoriales y multisectoriales en materia de gestión de la calidad del agua.
		2.2 Mantener o mejorar la calidad del agua en las fuentes naturales continentales y marítimas y en sus bienes asociados.
3	Gestión de la oportunidad	3.1 Implementar de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) por cuencas.
		3.2 Promover e implementar la GIRH en cuencas transfronterizas.
		3.3 Promover el otorgamiento de derechos de uso de aguas permanentes y estacionales e implementar su registro administrativo.
		3.4 Promover inversiones públicas y privadas para el desarrollo de la infraestructura hidráulica.
		3.5 Fortalecer el régimen económico por uso y vertimiento de aguas residuales tratadas para financiar la GIRH.
		3.6 Promover inversiones públicas y privadas en el desarrollo de microembalses, irrigaciones pequeñas y medianas, así como microsistemas hidráulicos a nivel de parcelas para zonas de pobreza.



4	Gestión de la cultura del agua	4.1	Promover, facilitar y coordinar la participación de los actores que forman parte del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos.
		4.2	Comunicar y difundir información sobre recursos hídricos y la gestión integrada a nivel sectorial y multisectorial.
		4.3	Promover la gestión del conocimiento y cultura del agua orientada al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.
		4.4	Prevenir y gestionar las controversias socio ambientales relacionadas con los recursos hídricos para contribuir a la gobernanza hídrica.
5	Adaptación al cambio climático y eventos extremos	5.1	Articular las acciones del SNGRH con los sistemas nacionales competentes en prevención de riesgos, adaptación al cambio climático y gestión de eventos extremos.
		5.2	Generar y fomentar el conocimiento sobre los efectos del cambio climático en los recursos hídricos para la implementación de medidas de adaptación.

Nota. Tomado de ANA, (2013).

2.2.3.2. Aspecto socio económico del agua

ANA (2013), hace mención que es necesario considerar al agua como soporte y componente principal de los seres vivos y los ecosistemas, así como su intervención en todos los procesos productivos. En 2007 la población del Perú era de 28,221 000 personas y que para el 2021 llegaría a los 33,149 000. En la capital se acoge el 31% de la población total, seguida de la región norte (26%), región sur (16%), centro (15%) y oriente (9%) y lo restante de la población se concentra en el departamento de Lima. evidenciando así, una tasa de crecimiento poblacional del 2,1% en Lima Metropolitana frente al 1,6% que se da a nivel nacional. La cobertura

de servicios de agua potable a nivel nacional en el 2011 fue 77,2%, y la zona urbana, de 88,5% respecto de la población que es responsabilidad de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS). En alcantarillado al nivel nacional alcanzó 65,9%, y en el ámbito urbano de las EPS, del 80,2%. Por lo que cabe resaltar que las aguas residuales alcanzan un 32,7%. La actividad de riego en la agricultura en el Perú es un factor determinante en el crecimiento agrícola y productivo y el desarrollo humano de las zonas rurales, porque produce alimentos para el mercado interno, además existe un elevado porcentaje de la agricultura de autoconsumo (mayor a 70%); y el 20 % para el mercado nacional y solo el 7% es agricultura de exportación y alta rentabilidad. En conjunto, cerca del 84% del total de las tierras agrícolas costeras se encuentran bajo riego, la sierra con 50.6% bajo riego, y la selva llega a 7.4%. los recursos hídricos por región se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Los recursos hídricos por región hidrográfica en Perú - PNRH 2013.

Región	Superficie	Población		Recursos hídricos		Ratios	
	10 ³ km ²	Hab.	%	hm ³ /año	%	hm ³ /año/km ²	m ³ /hab/año
Pacífico	278	18'801,42	63	34136	2	0	1816
Amazonas	958	10'018,79	33	1'895,23	98	2	189167
Titicaca	49	1'246,98	4	6259	0	0	5019
Total	1285	30'067,18	100	1'935,62	100	2	64, 376.54

Nota. Tomado de ANA (2013)



2.2.4. **Desenvolvimiento de los recursos hídricos**

UNESCO (2019), menciona que los recursos hídricos se encuentran repartidos de manera desigual en el espacio y el tiempo, y sometidos a presión debido a las actividades humanas.

a) ¿Cómo satisfacer una demanda en constante aumento?

La presión sobre los recursos hídricos está aumentando, principalmente como resultado de actividades humanas tales como la urbanización, el crecimiento demográfico, la elevación del nivel de vida, la creciente competencia por el agua y la contaminación, cuyas consecuencias se ven agravadas por el cambio climático y las variaciones en las condiciones naturales. No obstante, se han realizado ciertos progresos. Cada vez más, las autoridades evalúan al mismo tiempo la cantidad y la calidad del agua, y coordinan esfuerzos de gestión a escala internacional (UNESCO, 2019).

b) ¿Dónde y en que formas está disponible el agua en la Tierra?

El agua de la Tierra se encuentra naturalmente en varias formas y lugares: en la atmósfera, en la superficie, bajo tierra y en los océanos. El agua dulce representa sólo el 2,5% del agua de la Tierra, y se encuentra en su mayoría congelada en glaciares y casquetes glaciares. El resto se presenta principalmente en forma de agua subterránea, y sólo una pequeña fracción se encuentra en la superficie o en la atmósfera. Observando el ciclo del agua en la Tierra podemos comprender mejor cómo interactúa con el medio ambiente y evaluar qué cantidad está disponible para el consumo humano. Las precipitaciones (lluvia, nieve, rocío, etc.) son imprescindibles para renovar los recursos hídricos, así como determinantes para las condiciones climáticas y la biodiversidad locales. Los



glaciares almacenan agua en forma de nieve y hielo, alimentando los arroyos locales con el agua que liberan en mayor o menor cantidad dependiendo de la estación. Sin embargo, debido al cambio climático, muchos de ellos están retrocediendo. Casi toda el agua dulce que no está congelada se encuentra bajo la superficie en forma de agua subterránea (UNESCO, 2019).

c) Cantidad de agua dulce

La cantidad media disponible por persona varía de menos de 50 m³ por año en algunas partes de Oriente Medio a más de 100.000 m³ por año en zonas húmedas y escasamente pobladas. Las Naciones Unidas mantienen desde hace décadas una base de datos con el estado de los recursos hídricos de cada país donde los promedios anuales y nacionales tienden a enmascarar las diferencias locales y estacionales (UNESCO, 2019).

d) ¿Afectan el recurso agua las actividades antrópicas?

Los recursos hídricos se enfrentan a una multitud de amenazas graves, todas ellas las actividades humanas, como la contaminación, el cambio climático, el crecimiento urbano y cambios en el paisaje como la deforestación. Cada una de ellas tiene un impacto específico, por lo general directamente sobre los ecosistemas y, a su vez, sobre los recursos hídricos. Con una gestión inadecuada, actividades como la agricultura, el desmonte, la construcción de carreteras o la minería pueden provocar una acumulación excesiva de tierra y partículas en suspensión en los ríos (sedimentación), lo que causa daños en los ecosistemas acuáticos, deteriora la calidad del agua y dificulta la navegación interior (UNESCO, 2019).



e) ¿De qué manera atender el incremento de las demandas?

Se requiere esfuerzos para compensar la variabilidad natural y mejorar tanto la calidad como aumentar la cantidad del agua disponible, tal es caso del agua de lluvia se recoge desde hace miles de años en muchas partes del mundo, también con reconducir las aguas superficiales para reducir las pérdidas por evaporación, como lo aplican las regiones de Oriente Medio y del Mediterráneo. El trasvase de agua entre cuencas fluviales también puede ayudar a mitigar los problemas de escasez de agua. Las ciudades también están recurriendo a la reutilización de agua para completar el abastecimiento de agua potable, aprovechando los avances en el tratamiento de las aguas. El agua desalada (agua de mar o salobre transformada en agua dulce) se usa en las ciudades y en la industria, especialmente en Oriente Medio. El coste de estas técnicas ha disminuido notablemente, pero depende mucho de la energía producida a partir de combustibles fósiles y, por tanto, plantea la cuestión de la gestión de los residuos y del cambio climático (UNESCO, 2019).

f) ¿Cómo se podrían gestionar los recursos hídricos de forma sostenible?

El uso sostenible los recursos hídricos supone un reto debido a los muchos factores que intervienen, como los cambios en el clima, la variabilidad natural de los recursos y la presión debida a las actividades humanas. La gestión de los recursos hídricos debería centrarse más en aumentar los recursos naturales existentes y en reducir la demanda y las pérdidas de agua. Actualmente la reutilización del agua, la desalinización y la recolección del agua de lluvia pueden contribuir de manera sostenible. Sin embargo, esto conllevará cambios de



comportamiento que necesitarán una mejora de la información al público y un mayor compromiso político (UNESCO, 2019).

g) Conclusiones sobre los recursos hídricos

Las actividades humanas influyen de muchas formas en el ciclo del agua y es necesario comprender y cuantificar sus efectos para conseguir una gestión responsable y sostenible de los recursos hídricos y se ha demostrado que los cambios en el clima están afectando la disponibilidad de agua, la contaminación, las desviaciones de agua ponen en peligro el crecimiento económico, el medio ambiente y la salud, sobre explotación de agua subterránea, la combinación de métodos tradicionales y tecnologías pueden aumentar el abastecimiento y un apoyo político permitiría tomar mejores decisiones sobre la gestión del agua (UNESCO , 2019).

2.2.5. Calidad del agua en Perú

ANA (2013), hace referencia que la calidad de agua tiene un marco legal sobre las normas de calidad de agua el cual sintetiza en la tabla 3.

Tabla 3

Normatividad sobre calidad del agua.

I. NORMAS GENERALES		
Constitución política del Perú	1993	Carta Magna
Ley N° 26821	25.6.1997	Sobre aprovechamiento sostenible de los recursos naturales
Ley N° 26842	20.7.1997	Ley General de Salud
Ley N° 28611	23.6.2005	Ley General del Ambiente
Decreto Legislativo n° 1013	14.5.2008	Creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente



II. NORMAS ESPECÍFICAS

Ley N° 26338	24.7.1994	Ley General de los Servicios de Saneamiento
Decreto Supremo N° 023-2005-VIVIENDA	01.12.2005	Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338
Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM	31.7.2008	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del agua
Ley N° 29338	30.3.2009	Ley de Recursos Hídricos, que deroga el D.L. N° 17752 (Ley General de Aguas)
Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA	22.3.2010	Clasificación de los cuerpos de agua superficiales
Ley N° 30045	18.6.2013	Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento

Nota. Tomado de ANA, (2013).

ANA (2013), la calidad es crítica en algunas regiones del país. Este deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre el país, de modo que su corrección es de relevancia. Es importante considerar que la calidad del agua puede tener diferentes rangos de concentración de contaminantes, en función del uso al que esté destinado, como es el caso de las aguas residuales que están deficientemente tratadas; los vertimientos procedentes de industrias extractivas los cuales los efluentes son descargados directamente a los ríos sin ningún tratamiento; la explotación aurífera amazónica existente en la AAA Madre de Dios causa contaminación; la explotación de petróleo, esta actividad genera como principal producto de desecho miles de barriles de agua salobre al día, contaminando con hidrocarburos, CO₂, metales pesados entre otros; los agroquímicos provoca la contaminación de los ríos y aguas subterráneas; además



de cultivos ilegales como la coca que abusan de pesticidas para su producción; la deforestación produce contaminación en los ríos por la mayor cantidad de sólidos y otros y el sobrepastoreo influye en la calidad de las aguas limítrofes contaminadas por microorganismos propios de los excrementos afectando el consumo humano.

2.2.5.1. Reglamento de gestión de la calidad del agua para consumo humano

MINSA (2011), cita en los artículos 6, 7 y 8 la gestión de calidad del agua para consumo humano, donde describe los lineamientos establecidos en la Ley N° 26842 (Ley general de la salud), al cual se rige en la prevención de enfermedades, aseguramiento, desarrollo de acciones, calidad y servicio, responsabilidad solidaria, control de calidad y derecho la información del agua consumida. Así como también la vigilancia sanitaria y epidemiológica, fiscalización y autorización e registros para poder gestionar la calidad de agua, además describe a las autoridades responsables de la gestión de calidad los cuales son:

- Ministerio de salud;
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;
- Gobiernos Regionales;
- Gobiernos Locales Provinciales y Distritales;
- Proveedores del agua para consumo humano; y
- Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.



ANA (2013), indica que los estándares de calidad ambiental para el agua constituyen los objetivos de calidad aplicables a los cuerpos de agua naturales determinada por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Los cuales están diferenciados en cuatro de los cuales la categoría uno está destinada a la producción de agua potable, las demás están orientadas a labores marino –costeras (categoría 2), riego de vegetales y bebida de animales (categoría 3) y conservación del ambiente acuático (categoría 4); además es necesario conocer que la resolución jefatural N° 202-2010-ANA (22.3.2010) aprobó la clasificación de los cuerpos de agua superficiales en diferentes categorías y clases. Donde asigno de las 294 masas que tienen clasificación, solo 24 son aguas para uso poblacional y recreacional que pueden ser potabilizadas, 54 en para conservación del ambiente acuático y 214 para riego de vegetales y bebida de animales, por lo que sin duda esta última categoría es la más abundante.

2.2.6. Agua para consumo humano

OMS (2022), señala que el agua salubre y fácilmente accesible es importante para la salud pública, tanto si se utiliza para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o para fines recreativos. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza; por lo que todas las personas tienen derecho a disponer de forma continuada de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico.



2.2.7. Servicios de suministro de agua potable

OMS (2022), manifiesta que la meta 6.1 de los objetivos de desarrollo sostenible exige un acceso universal y equitativo al agua potable salubre y asequible. Realizando el seguimiento de los servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura. En 2020, 5800 millones de personas utilizaban un servicio de suministro de agua de forma segura y de los 2000 millones de personas sin servicios de forma segura, de los cuales 1200 millones, contaban con servicios básicos es decir que recogían el agua con menos de 30 minutos de trayecto, 282 millones con servicios limitados, con más de 30 minutos de ida y vuelta en el recojo, 368 millones se abastecían de agua procedente de pozos y manantiales no protegidos, y 122 millones recogían agua superficial no tratada de lagos, estanques, ríos o arroyos. A pesar de que se tiene dificultades en los campos los habitantes de asentamientos humano informales no tienen acceso a las fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable.

2.2.8. Cobertura de agua potable

ANA (2013), menciona que se tiene cincuenta empresas prestadoras de servicios de saneamiento distribuidas geográficamente por todo el territorio nacional y que actualmente tienen bajo su responsabilidad a más de 18 millones de habitantes del Perú. Las municipalidades están a cargo de la población que actualmente no es servida por las EPS. Esas 50 EPS prestan servicios en los distintos departamentos del Perú, aunque con distinta eficacia. No todas las EPS tienen el mismo tamaño; una de ellas, SEDAPAL -que atiende a la capital de la República y a la Provincia Constitucional del Callao-, sirve al 42% de todos los usuarios de las EPS de saneamiento reguladas por la SUNASS. Por otro lado,



existen en el país alrededor de 11,800 organizaciones comunales y Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento que tienen bajo su responsabilidad a un 29% de la población, principalmente asentada en el ámbito rural. En el área urbana hay también operadores de camiones cisterna y pozos privados que alimentan pequeñas redes de distribución. Se ha estimado que al menos 3 millones de personas de las zonas urbanas reciben servicios de pequeños prestadores.

2.2.9. Servicio de saneamiento en el Perú

MVCS (2017), indica que, en el Perú, los servicios de saneamiento son brindados a la población sin atender condiciones adecuadas de equidad, calidad, oportunidad y continuidad. Así pues, las cifras promedio no reflejan las grandes diferencias entre los ámbitos rurales y urbanos, muestran la ausencia de la infraestructura necesaria para la prestación óptima de los servicios de saneamiento en el país. Por lo tanto, las estimaciones de coberturas registradas señalan que, en el ámbito urbano, el 94.5 % del total de habitantes cuenta con los servicios de agua potable y el 88.3 % con servicios de alcantarillado. De otro lado, en el ámbito rural, se estima una cobertura de 71.2 % en agua potable y 24.6 % en alcantarillado. De acuerdo a ello, 3.4 y 8.3 millones de peruanos no tienen acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado, en los ámbitos urbano y rural, respectivamente.

MVCS (2017), manifestó que para el año 2021 se incorporarán a los servicios de saneamiento agua potable y alcantarillado a 4,0 y 7,7 millones de peruanos respectivamente y, se alcanzará a tratar un volumen incremental de aguas residuales de 318,7 millones de m³, volumen que se recibe de las nuevas conexiones de alcantarillado. La estimación de la demanda de recursos financieros



para el cierre de brechas al año 2021, ascienden a 49,5 mil millones de soles, de los cuales el 80.1 % corresponde a inversiones de ampliación de coberturas; 16.2 % a rehabilitación y el 3.7 % en fortalecimiento empresarial y micro medición.

MVCS (2017), la oferta se complementa con recursos de endeudamiento de Sedapal por 1,7 mil millones de soles, el aporte de las empresas prestadoras, a través de tarifas por 2,5 mil millones de soles, financiamiento de APP por 1,6 mil millones de soles, que se incorporan en el quinquenio, que suman un total de 10 mil millones de soles, con lo cual el plan de inversiones se financia en su totalidad. Para cumplir con las metas planteadas en la Política Nacional de Saneamiento se requiere contar con agua potable en cantidad suficiente y calidad adecuada para satisfacer las necesidades de la población, para lo cual el sector deberá incorporar en sus decisiones de planificación, gestión e inversión, las acciones necesarias para contrarrestar los efectos del cambio climático, la protección del medio ambiente y así mitigar el riesgo de desastres naturales, en coordinación con las agencias relacionadas con la gestión integral del recurso hídrico, por lo que el ministerio se encuentra comprometido en alcanzar la cobertura universal, en los ámbitos urbano y rural al año 2021 y 2030, y así contribuir con el bienestar de la ciudadanía.

SUNASS (2004), hace referencia que las instancias encargadas y el sector involucrados en el servicio de saneamiento básico, que en nuestro país se entiende como la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado, han seguido una evolución acorde con la transformación institucional y política que ha tenido el Perú durante las últimas décadas. La SUNASS es el organismo encargado de regular, supervisar y fiscalizar, en el ámbito nacional, la prestación de los servicios de saneamiento, fue creada el 19 de diciembre de 1992 por decreto ley 25965, con



la finalidad de garantizar a los usuarios la prestación de los servicios de saneamiento en las mejores condiciones de calidad, cobertura y precio; de esta forma, la labor de la SUNASS también está orientada a contribuir al bienestar de la población y a la preservación del medio ambiente.

2.2.10. Servicios de agua y saneamiento básico

INEI (2020), pone a disposición de los usuarios el informe técnico “Perú: Formas de Acceso al agua y saneamiento básico”, donde se hace mención que la escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria. Los problemas de agua y saneamiento se traducen de modo directo en la salud y bienestar de las personas principalmente en la prevalencia de enfermedades diarreicas agudas, las cuales repercuten sobre la desnutrición infantil, siendo una causa importante de mortalidad en la niñez. El abastecimiento de agua potable salubre y saneamiento higiénico es una condición previa para obtener resultados satisfactorios de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), con el fin de eliminar a la pobreza, garantizar una vida sana y saludable, para garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, garantizar modalidades de consumo y producción sostenible y el saneamiento de alianzas mundiales. Por lo tanto, cabe precisar que el INEI impulsa promover evidencias que faciliten el diálogo deliberativo sustentado en bases racionales para la construcción de una agenda que promueva el acceso universal al agua y saneamiento y contemple la vinculación entre políticas públicas sanitarias y las garantías de los derechos.



2.2.11. Agua para consumo humano

INEI (2020), señala que cada persona en la tierra requiere al menos 20 a 50 litros de agua potable limpia y segura al día para beber, cocinar y simplemente mantenerse limpios. Considera el acceso al agua limpia como un derecho básico de la humanidad, y como un paso esencial hacia un mejor estándar de vida en todo el mundo. Las comunidades carentes de recursos hídricos, por lo general, son económicamente pobres y sus residentes están atrapados en un círculo vicioso de pobreza. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que los sistemas de distribución deben lograr que el agua apta para consumo humano esté disponible para que las personas no tengan que desplazarse más de un kilómetro desde el sitio donde utilizarán el agua. Para todas las personas, hay un costo involucrado en el logro de la distribución de agua hasta sus viviendas o hasta la comunidad. Los costos monetarios son frecuentes. Algunas personas pagan a la municipalidad o a una compañía privada por la distribución de agua hasta sus viviendas. Otros que carecen de esta infraestructura pagan el costo del agua de otra manera, comprando el agua en fuentes comunitarias, en estaciones de abastecimiento de agua, en tiendas de agua envasada y otras fuentes. Los costos cuantificados según el tiempo impactan a las personas con limitados recursos monetarios que a menudo restan tiempo a sus labores cotidianas para poder caminar hasta una fuente de agua y obtener agua limpia. El tiempo dedicado a acarrear agua representa un costo para la salud, productividad, y en muchos casos, oportunidades educacionales, una carga que es absorbida principalmente por mujeres y niñas.

2.2.12. Consumo por red pública

INEI (2020), alude en la tabla 4, que desde mayo 2019 - abril 2020, el 90,8% (29 millones 525 mil) de la población del país accede al agua para consumo humano proveniente de red pública, (dentro de la vivienda, fuera de la vivienda, pero dentro del edificio o pilón de uso público) y el 94,8% de la población del área urbana accede a este servicio, en tanto en el área rural representa el 76,3%.

Tabla 4

Población que consume agua proveniente de red pública.

Años móvil	Nacional (%)	Urbano (%)	Rural (%)
Abr 2018 - Mar 2019	90.9	95.2	75.2
May 2018 - Abr 2019	90.8	95.1	75.3
Jun 2018 - May 2019	90.9	95.2	75.5
Jul 2018 - Jun 2019	90.8	95.1	75,1
Ago 2018 - Jul 2019	90.7	95.1	75
Set 2018 - Ago 2019	90.7	95.0	75
Oct 2018 - Set 2019	90.7	95.0	75
Nov 2018 - Oct 2019	90.7	94.9	75.3
Dic. 2018 - Nov 2019	90.8	95.0	75.3
Ene 2019 - Dic 2019	90.8	94.9	75.6
Feb 2019 - Ene 2020	90.8	95.0	75.5
Mar 2019 - Feb 2020	91.0	95.1	75.8
Abr 2019 - Mar 2020	91.2	95.0	76.8
May 2019 - Abr 2020	90.8	94.8	76.3

Nota. Tomado de INEI (2020).

INEI (2020), menciona que la red pública, incluye agua por conexión pública dentro de la vivienda, fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación o pilón de uso público tal como se aprecia en la tabla 5. De donde se puede observar que la diferencia en el año May 2018 - Abr 2019 y May 2019 - Abr 2020 es 0.0 para el total y dentro de la vivienda, - 0.2 para fuera de vivienda y 0.2 para pilón en uso.

Tabla 5*Población con red pública, por tipo de conexión.*

Año Móvil	Total	Dentro de la vivienda	Fuera de la vivienda	Pilón de uso público
May 2018 - Abr 2019	90.8	85.5	4.2	1.1
Jun 2018 - May 2019	90.9	85.5	4.1	1.2
Jul 2018 - Jun 2019	90.8	85.5	4.1	1.2
Ago 2018 - Jul 2019	90.7	85.6	4.1	1.1
Set 2018 - Ago 2019	90.7	85.6	4	1.1
Oct 2018 - Set 2019	90.7	85.5	4.1	1.1
Nov 2018 - Oct 2019	90.7	85.5	4.1	1.1
Dic 2018 - Nov 2019	90.8	85.5	4.1	1.2
Ene 2019 - Dic 2019	90.8	85.5	4.1	1.2
Feb 2019 - Ene 2020	90.8	85.5	4.2	1.2
Mar 2019 - Feb 2020	91.0	85.7	4.1	1.2
Abr 2019 - Mar 2020	91.2	85.9	4.1	1.2
May 2019 - Abr 2020	90.8	85.5	4.0	1.3

Nota. Tomado de INEI (2020).

2.2.13. Agua potable en región Puno

Sunass & Fed (2021) hacen referencia que los prestadores de servicio de saneamiento son 15 municipalidades, 5 EPS, 2 JASS, 2 operadores especializados y 34 que se consideran sin información. En las ciudades con menor población atendida son 13 municipalidades, 2 JASS, 2 operadores especializados y 23 sin información al respecto; y en el caso de las ciudades con mayor población atendida mayores de 10 mil habitantes 5 EPS, 2 municipalidades y 3 sin información. A nivel regional hay una gran cantidad de localidades que carecen de información sobre responsables del saneamiento; las localidades con mayor población atendida correspondientes a las siguientes provincias Puno, Chucuito,



San Román, Azángaro, Huancané, Melgar y Yunguyo son las únicas en las que las 5 EPS brindan respectivos servicios de saneamiento. De las 5 EPS en la región Puno ninguno se encuentra en condición de apoyo transitorio.

2.2.14. La huella hídrica

Hoeskstra et al., (2011), indica que la huella hídrica (HH) es un indicador del consumo y contaminación de agua dulce, que contempla las dimensiones directa e indirecta. La HH es un indicador multidimensional compuesto por variables, definidas:

a) HH azul

se refiere al consumo de los recursos hídricos azules (agua dulce), superficial o subterránea, en toda la cadena de producción de un producto. Consumo se refiere a la pérdida de agua en cuerpos de agua disponibles en la superficie o en acuíferos subterráneas en el área de la cuenca.

b) HH Gris

se refiere a la contaminación y está definida como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar una carga de contaminantes dados las concentraciones naturales y estándares ambientales de calidad de agua.

c) HH Verde

se refiere al consumo de recursos de agua verdes (agua de lluvia que no se convierte en escorrentía, sino que se incorpora en productos agrícolas).

d) HH indirecta

Se refiere al volumen de agua incorporada o contaminada en toda la cadena de producción de un producto.



Zárate et al., (2017), señalan que en el 2002 el concepto de huella hídrica se presentó por Arjen Hoekstra y Hung; que, desde entonces, ha sufrido una transformación y está en continua evolución. La huella hídrica fue concebida inicialmente como una herramienta que permitía estimar el contenido de agua oculta en cualquier bien o servicio consumidos por un individuo o grupo de individuos de un área específica (país, ciudad, continente), en analogía con la huella ecológica, como concepto que permite analizar el impacto de los hábitos de vida y consumo de la población bajo un escenario de recursos naturales finitos. Hoy en día el desarrollo del concepto ha extendido su rango de aplicación (IDEAM, 2015), llegando a ser una herramienta complementaria a las convencionales para la gestión integral del recurso hídrico (GIRH) en una cuenca. Por lo que se basan en tres conceptos: agua verde, agua azul y agua virtual:

- Agua Verde: el flujo vertical de agua, es decir, agua almacenada en el suelo que soporta la vegetación en secano y que se mantiene en el suelo, pero que no hace parte del proceso de recarga a fuentes de agua superficial o subterránea (IDEAM, 2015)
- Agua azul: agrupa en una sola idea todo el recurso hídrico superficial y subterráneo que representa la visión convencional de la GIRH (IDEAM, 2015).
- Agua virtual: hace referencia al volumen de agua necesaria o contaminada para la producción de un producto o servicio, en su cadena de suministro; de esta forma, si una nación exporta o importa un producto, se exporta o importa el agua virtual asociada a dicho producto. El contenido de agua virtual de un producto es equivalente a su huella hídrica en términos cuantitativos por lo que ofrece la posibilidad de un análisis multidimensional, orientado a entender la



interacción de las actividades antrópicas y la relación del agua con la cuenca.
(IDEAM, 2015)

2.2.15. Huella hídrica y agua virtual

Arreguín et al., (2007), menciona que no toda el agua que usamos es toda la que consumimos y que la mayor cantidad del agua que utilizamos se encuentra en los productos y servicios que a diario utilizamos. Por lo tanto, ahorrar el agua y utilizarla de manera eficiente es algo que durante mucho tiempo se ha escuchado. Sin embargo, esa agua que utilizamos para actividades domésticas representa el 4% del agua que utilizamos en nuestras actividades diarias. Por lo que el consumo que se hace en mayor cantidad es indirecto es necesario conocer las cantidades de agua que se encuentran detrás de la fabricación o elaboración de cada producto. Esa es la razón por la cual fue creado el concepto de huella hídrica (HH). Por lo tanto, la HH puede aplicarse a productos, regiones, organizaciones o personas, y puede referirse a la producción o al consumo.

Arreguín et al., (2007), señalan que el 96% de agua que consumimos indirecta y 4% es la que no vemos. Por lo que el agua virtual (AV) representa el cálculo de la cantidad total de agua que se requiere para obtener un producto, esto incluye al agua utilizada en el cultivo (campo), procesamiento (planta de proceso), transporte y venta del producto por lo tanto queda claro que cada alimento y producto agrícola o industrial se puede calcular su contenido de agua virtual. El concepto de la huella hídrica (HH) se encuentra muy ligado al de agua virtual, ya que la HH es un concepto que se refiere al agua utilizada en la creación de un producto, por lo cual, podemos hablar del “contenido de agua virtual” de un producto, en lugar de su huella hídrica. Así pues, la HH no sólo se refiere a



volumen contenido de agua de cada producto, sino a un indicador multidimensional.

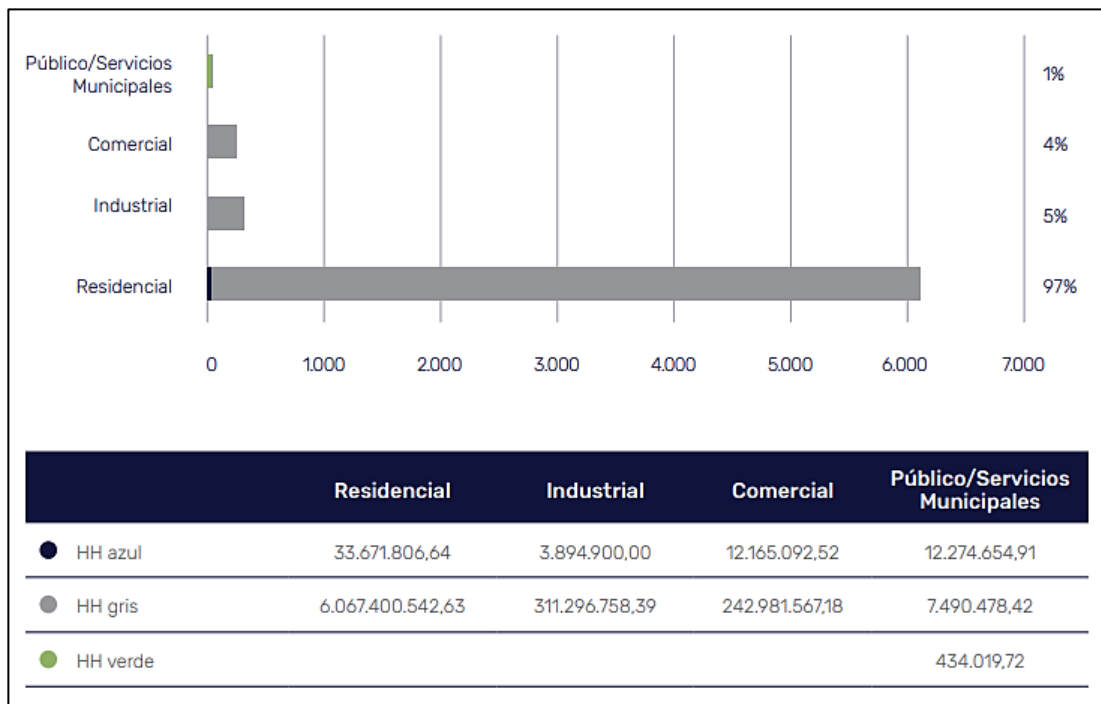
Arreguín et al., (2007), también señalan que la medición de la HH de una persona es la suma de todas las HH de productos y servicios que consume y utiliza. También indica que la HH de un país se obtiene de sumar el agua verde, azul y gris en todos sus procesos productivos agropecuarios, así como el agua azul y gris de los industriales y domésticos y que la HH externa es la proporción del consumo de un país que fue producido en otro país y muestran como ejemplo el contenido de agua virtual de un polo de algodón tiene una huella hídrica de 2,700 litros, este valor se estimó de sacar la cantidad de agua necesaria desde el inicio de la cadena productiva hasta la fabricación del producto.

2.2.16. Huella hídrica en Lima Perú

CAF (2017), señala que en la capital del Perú se tuvo una huella hídrica en el 2012 de 6'691,609.820 m³, de los cuales el 99 % de es HH gris, 0,9 % de HH azul y 0,01 % de HH verde, este volumen sería el consumo de la población total de Lima por 10 años aproximadamente. En la figura 1, observamos que el sector residencial tiene un 97 % de HH, seguido del industrial con 5 %, comercial con 4% y el 1 % de los servicios municipales y además podemos apreciar que la HH gris es la que más resalta en todos los sectores.

Figura 1

Huella hídrica por sector y el tipo de huella (en millones de m³) en la ciudad de Lima.



Nota. Tomado de CAF (2017).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El estudio de investigación se realizó en distrito de Azángaro de la región Puno, que se encuentra al norte del lago Titicaca y al centro del departamento, con una topografía variada con sectores de suave pendiente, superficies onduladas que contrastan con paisajes agrestes, tiene una extensión territorial de 706,13 km², con una densidad poblacional de 39,4 hab./km².

3.1.1. Límites de la provincia

Al norte : Provincia de Carabaya.
Sur : Provincia de San Román.
Este : Provincia de Huancané y San Antonio de Putina.
Oeste : Provincia de Melgar y Lampa.

3.1.2. Localización política de la ciudad

País : Perú
Región : Puno
Provincia : Azángaro
Distrito : Azángaro
Localidad : Ciudad de Azángaro

3.1.3. Zona geográfica

Geográficamente el ámbito de estudio comprende exclusivamente en la ciudad de Azángaro que encuentra en las coordenadas: 14°54'24" de Latitud Sur, y 70°11'36" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

3.1.4. Localización

La accesibilidad a la localidad de Azángaro es por vía terrestre. Se detalla en la tabla 6.

Tabla 6

Distancias y tiempo a la ciudad de Azángaro.

Tramo		Tipo de vía	Long (Km)	Tiempo
Puno	Juliaca	Asfaltada	45	50 min.
Juliaca	Azángaro	Asfaltada	70	80 min.
Total			115	130 min.

Nota. Esta tabla fue de elaboración propia.

3.2. CLIMA

La zona de estudio es frío y seco, temperatura media mínima es de -0.5°C , la media máxima 16.7°C y la media 8°C . Por tanto, se deduce que la temperatura es variable, oscila desde -0.5°C hasta 16.7°C durante el año y T° media de 8°C (tabla 7).

Tabla 7*Parámetros promedios de la temperatura en – Azángaro.*

T (°C)	Mese del año												Anual
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T.mx	16.8	16.2	16	16.5	16	15.7	15.5	17	17	18	18	17	16.7
T. m	9.9	9.7	9.4	8.6	7	4.9	4.6	6	8	9.4	9.5	10	8.1
T.mn	3.1	3.3	2.8	0.7	-2	-5.9	-6.3	- 4.7	-1	0.4	0.7	3	-0.5

Nota. Proviene de las referencias históricas de Climatedata (2017)

3.3. FUENTE DE AGUA DE LA CIUDAD DE AZANGARO

Ríos San Antón, Grande, Azángaro, San José y parte del río Ayaviri -Pucará, que tienen innumerables afluentes, sean permanentes o temporales. Tales ríos no tienen estudios preliminares, a excepción del río San Antón, y en la actualidad se está utilizando para irrigación de las pampas de Asillo-Progreso. Así mismo se cuenta con una gran cantidad de lagunas y manantes, que están inventariadas para la provincia de Azángaro

3.4. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Tipo: Aplicada

Porqué utiliza el método de la Water Footprint Newport para evaluar la Huella Hídrica que se produce a causa del consumo de agua potable.

3.4.2. Nivel: Investigación explicativa y descriptiva, porque detalla datos de las variables consumo y Huella Hídrica.

- Investigación Explicativa, busca el ¿por qué? se genera la HH, mediante relación causa-efecto (Consumo agua potable – Huella Hídrica).
- Investigación de campo, porque se obtuvo información de la realidad, sin manipular o controlar variable alguna. Se realizó encuesta de opinión en el que se consulta directamente al consumidor acerca de un producto.



3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población

3.5.1.1. Población con servicio de agua potable años 2014 – 2019

La tabla 8, nos indica la proyección programada de la población de usuarios que debe contar con el servicio de agua potable en la ciudad de Azángaro 2014 - 2019, elaborada por EPS “Nor Puno S. A”, empresa proveedora de servicios de agua.

Tabla 8

Proyección, población administrada por empresa Nor Puno S.A – Azángaro.

Ciudad	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Azángaro	17,860	18,148	18,435	18,723	19,010	19,298
Huancané	8,683	8,799	8,915	9,030	9,146	9,262
Total	26,543	26,946	27,350	27,753	28,156	28,559

Nota. Tomado de SUNASS (2014).

3.5.1.2. Viviendas con agua potable – Azángaro ciudad

a) Información del INEI – 2017

El total de viviendas es de 6,627 en la ciudad tal como se observa en la tabla 9.

Tabla 9*Viviendas con agua potable ciudad de AZANGARO INEI.*

Ciudad: Azángaro	Total	Componentes	
		Con personas presentes	Con personas ausentes
Vivienda independiente	6546	5254	1292
Apartamento en edificio	3	3	0
Vivienda en quinta	14	14	0
Vivienda en casa de vecindad	64	60	4
Total	6627	5331	1296

Nota. Tomado de INEI (2017).

b) Según datos proyectados de empresa EPS Nor Puno S.A

Tabla 10*Evolución proyectada conexiones domiciliarias de agua potable 2014 -2019 Azángaro.*

Usuario	Tipo	Año	Año	Año	Año	Año	Año
		2014	2015	2016	2017	2018	2019
Doméstico	Activas	6,644	6,753	7,009	7,265	7,521	7,777
Doméstico	Inactivas	1,371	1,371	1,331	1,291	1,251	1,211
Total		8,015	8,124	8,340	8,556	8,772	8,988

Nota. Tomado de SUNASS (2014).

En la tabla 10 se observa las conexiones activas proyectadas por la EPS Nor Puno; es decir viviendas podrían tener el servicio de agua potable operativo, también se aprecia el incremento de esta cantidad, sin embargo, es necesario indicar que la información corresponde a datos no reales.

c) Viviendas con conexiones de agua potable 2020 y 2021.

Tabla 11*Viviendas, conexiones de agua potable Azángaro 2020 y 2021.*

Sector	Año 2020				Año 2021			
	Agua y desagüe	Solo agua	Total conx. Agua	Conx activas 2020	Agua y desagüe	Solo agua	Total conx. Agua	Conx activas 2021
50	1,516	236	1,752	1,624	1,421	185	1,606	1,535
51	1,451	182	1,633	1,461	1,313	149	1,462	1,350
52	1,412	162	1,574	1,417	1,291	127	1,418	1,343
53	2 345	229	2,574	2,300	2,144	171	2,315	2,265
99	18	2	20	18	15	2	33	0
Total	6,742	811	7,553	6,820	6,184	634	6,818	6,493

Nota. Tomado de las Conexiones reales por sectores - Nor Puno S.A

Sectores 50: Ezequiel Urviola y Siglo XX, 51: Alianza y Vilcapaza, 52: Revolución y Lizandro Luna, 53: Independencia y Paca Quia, 99: Magisterial y Peña Dorada

En la tabla 11, se muestra la información de viviendas con conexiones activas de agua según registro real 2020 y 2021. Se observa que el 2021 disminuyen las conexiones activas; es decir 327 viviendas menos con agua potable, es posible que en el 2020 por la pandemia COVID 19 obligó a los habitantes de la zona con residencia en otro lugar retornaron y permanecieron el Azángaro, luego para el 2021 ocurrió la migración nuevamente.

3.5.2. Muestra

Estadísticamente se calculó la muestra, utilizando la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{\varepsilon^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n = Muestra

N = Población = 6 820 viviendas.

Z = 1.65, al 90% de confiabilidad (tabla de distribución normal)

p = 0.1 nivel de acierto

q = (1- p), nivel de error (1- 0.1 = 0.90)

ε = error (10%) = 0.1

Con los valores se tiene:

$$n = \frac{(1.65)^2 * 6,820 * 0.1 * 0.90}{(0.1)^2(6,820 - 1) + 1.65^2 * 0.1 * 0.90}$$

$$n \cong 67$$

3.6. METODOLOGÍA

El desarrollo del presente estudio utilizó el método de la huella hídrica establecida por Chapagain y Hoekstra el 2004 y posteriormente fue actualizada en Hoekstra et al. en el 2009 y 2011 (WFN, 2011). Para la evaluación de la información del sector residencial de Azángaro ciudad, se trabajó con datos de facturación del uso de agua en los domicilios a cargo de la empresa E.P.S Nor Puno S.A., y las encuestas efectuadas a los usuarios.



3.6.1. Evaluación de los niveles en consumo de agua correspondiente al sector residencial en la ciudad de Azángaro

Se obtuvo información sobre número de usuarios de agua potable y de viviendas con conexiones activas de este servicio en la localidad de Azángaro, tanto del INEI - 2017 así como de la EPS. Nor Puno S.A.

- a) Determinación de la muestra, aplicando la metodología de Fisher Arkin y Colton; la cual se aplica para poblaciones finitas.
- b) Evaluación de consumos de agua del sector residencial:
 - Consumos facturados oficialmente por la EPS Nor Puno S. A. Azángaro correspondiente los años 2018, 2019, 2020 y 2021.
 - Aplicación y procesamiento de encuestas sobre consumo de agua en viviendas de Azángaro, año 2021.
- c) Perfil de niveles de agua consumida por el sector residencial en las viviendas de la localidad de Azángaro.
 - Determinación de consumos per cápita
 - Gráficas del perfil de consumo en vivienda.

3.6.2. Evaluación de la HH del sector residencial a nivel de la localidad de Azángaro

El agua usada en el sector residencial es evaluada desde el enfoque del consumidor, esto se debe a que las actividades propias del sector no son productivas ni de procesos, son actividades de consumo (Hoekstra et al., 2011). La evaluación en el sector residencial se realiza conforme al método que desarrolla la Water Footprint Network – WFN, indicado a nivel de ciudad comprende, HH azul, HH gris y HH indirecta.



3.6.2.1. Huella hídrica total, sector residencial de Azángaro – ciudad

Hoekstra et al., (2011): El total de Huella Hídrica de una ciudad, es la suma de la HH de cada uno de los sectores que la componen (Hoekstra et al., 2011). En la presente investigación solo se abordó el sector residencial. En efecto, se calcula aplicando la fórmula:

$$HH\ SR = HH\ azul + HH\ gris + HH\ indirecta \text{ -----}3a$$

Donde:

HH SR = Huella hídrica del sector residencial.

HH azul = Huella Hídrica azul

HH gris = Huella Hídrica gris

HH indirecta = Huella Hídrica indirecta

3.6.2.2. Evaluación HH azul sector residencial localidad de Azángaro

Para determinar la HH azul se consideró el agua dulce superficial que se usa de la fuente (río Azángaro). La HH azul del sector residencial se ha determinado mediante dos formas (Hoekstra et al., 2011):

a) Método 1: Mediante datos de efluente y afluente.

$$HH\ azul = Afluente - Efluente \text{ -----}3b$$

Donde:

- El afluente = Volumen de agua usada en la actividad, sector residencial o doméstico. (volumen agua potable facturada)
- Efluente = Volumen de agua contaminada y descargada al alcantarillado o río, después de ser usada en la actividad. (determinada por encuestas).



b) Método 2: Mediante la ecuación 3c

$$HH \text{ azul} = HH \text{ azul per cápita} * N^{\circ} \text{ de habitantes} \text{ -----}3c$$

3.6.2.3. Evaluación HH gris sector residencial localidad de Azángaro

La HH gris se calcula mediante 2 métodos (Hoekstra et al., 2011).

a) Método 1: Mediante la fórmula 3d

$$HH \text{ Gris} = \frac{(Vol_{efl} * C_{efl}) - (Vol_{afl} * C_{afl})}{C_{max} - C_{nat}} \dots \dots 3d$$

Donde:

- Vol_{efl} : Volumen del efluente
- Vol_{afl} : Volumen del afluente
- C_{efl} : Concentración en el efluente en base al parámetro utilizado para la cuantificación.
- C_{afl} : Concentración en el afluente en base al parámetro utilizado para la cuantificación.
- C_{max} : Concentración máxima del parámetro utilizado para la cuantificación en el cuerpo receptor según la normativa ambiental.
- C_{nat} : Concentración natural libre de impactos antropogénicos del parámetro utilizado para la cuantificación.

b) Método 2: Medición con diferentes parámetros de calidad: DBO5, DQO y Sst.

La HH gris será la máxima entre las HH Grises calculadas en base a los siguientes parámetros: DBO5, DQO y SSt (Hoekstra et al., 2011)

3.6.2.4. Determinación de la HH indirecta, sector residencial localidad de Azángaro

La cuantificación de la HH Indirecta, se realiza en base a la cantidad de productos consumidos en preparación de alimentos. La ecuación que se debe aplicar es:

$$H \text{ Indirecta} = \sum (C_p * HH_{prod}) \dots \dots (3e)$$

Donde:

- Cp. = Productos consumidos (unidad/tiempo)
- HH Prod. = Huella hídrica equivalente del producto (volumen de agua).

3.6.3. Sostenibilidad de la HH, sector residencial de Azángaro

El análisis de sostenibilidad es efectuado para la HH Azul y la HH Gris (Hoekstra et al., 2011).

a) Caudal natural (disponibilidad natural) de la cuenca que dota de agua a la ciudad evaluada.

Estos datos deben ser mensuales para la identificación de “hot spots” o puntos críticos. Los datos pueden ser obtenidos de las organizaciones municipales o gubernamentales responsable de la disponibilidad de agua en la cuenca, o de organizaciones relacionadas con la gestión de agua en las cuencas que abastecen a la ciudad (Hoekstra et al., 2011).



b) Demanda natural del ecosistema

Requerimiento natural (RN): definido como el 80% del volumen total de escurrimiento de agua en la cuenca, dejando la disponibilidad real de agua para el uso y consumo de agua. Hoekstra et al., (2011), se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Requerimiento natural (RN)} = \text{Disponibilidad natural (DN)} * 80\% \quad \text{---3f}$$

$$\text{Disponibilidad real de agua (DR)} = \text{Disponibilidad Natural (DN)} - \text{Requerimiento Natural (RN)} \quad \text{---3g}$$

c) Índice de contaminación hídrica. Índice

$$\text{Índice contaminación de HH} = \frac{\sum \text{HH gris}}{\text{DR en cuenca}} \quad \text{---3h}$$

d) Análisis de sostenibilidad de la HH Azul

$$\text{Sostenibilidad HH Azul} = \frac{\sum \text{HH Azul}}{\text{DN}} \quad \text{---3i}$$



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EVALUACIÓN DE NIVELES CONSUMIDOS DE AGUA EN VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO SECTOR RESIDENCIAL

4.1.1. Viviendas con servicio operativo, Azángaro

Para la evaluación del consumo se considera el número de viviendas que tienen instalaciones de agua potable activas. Se establece en las tablas 10 y 11 del ítem 3.5.1.2.

La tabla 9, detalla la evolución proyectada estadísticamente sobre cantidad de viviendas con conexiones de agua en la ciudad de Azángaro; es un posible comportamiento que fue planificado en el “Estudio Tarifario Final 2014 – 2019”, por la EPS Nor PUNO S.A. Además, según datos reales, la tabla 10 en el año 2020 se tuvo 6,820 viviendas con conexiones activas de agua potable (tabla 11).

4.1.2. Consumo de agua potable distribuida, según facturación de Empresa Nor Puno S. A. – ciudad de Azángaro

La tabla 12, da a conocer los posibles consumos que fueron proyectados por cada sector, donde se verifica que el más elevado consumo proyectado de agua planificado fue en el sector residencial o doméstico, que el año 2019 supera los 545 mil m³/año y el de menor consumo debió ocurrir en el sector industrial con más de 300 m³/año. El sector social no registra consumo, significa que en la ciudad de Azángaro no se tiene instituciones de apoyo social que se les brinde el servicio.

Tabla 12*Proyección de consumos de agua potable por sector. Azángaro ciudad, m³/año.*

Categoría de usuario	Tipo	Año 0 2014	Año 1 2015	Año 2 2016	Año 3 2017	Año 4 2018	Año 5 2019
Residencial	Con medidor	414,257	424,239	448,539	480,839	513,099	545,379
	Sin medidor	124,080	119,824	106,517	75,950	45,469	14,946
Social	Con medidor	0	0	0	0	0	0
	Sin medidor	0	0	0	0	0	0
Comercial	Con medidor	56,196	58,954	69,638	70,319	71,050	71,757
	Sin medidor	25,304	20,571	643	495	248	50
Industrial	Con medidor	316	319	323	326	330	334
	Sin medidor	0	0	0	0	0	0
Estatal	Con medidor	57,639	100,047	101,079	102,112	103,145	104,177
	Sin medidor	17,064	0	0	0	0	0
Total		694,857	723,954	726,739	730,042	733,341	736,642

Nota. Tomado de SUNASS (2014).

4.1.3. Comportamiento de volúmenes de agua consumida por el sector residencial, ciudad de Azángaro

4.1.3.1. Proyección de posibles niveles de agua a consumir en sector residencial del 2014 a 20219

Tabla 13

Volumen consumo proyectado agua del sector residencial ciudad de Azángaro

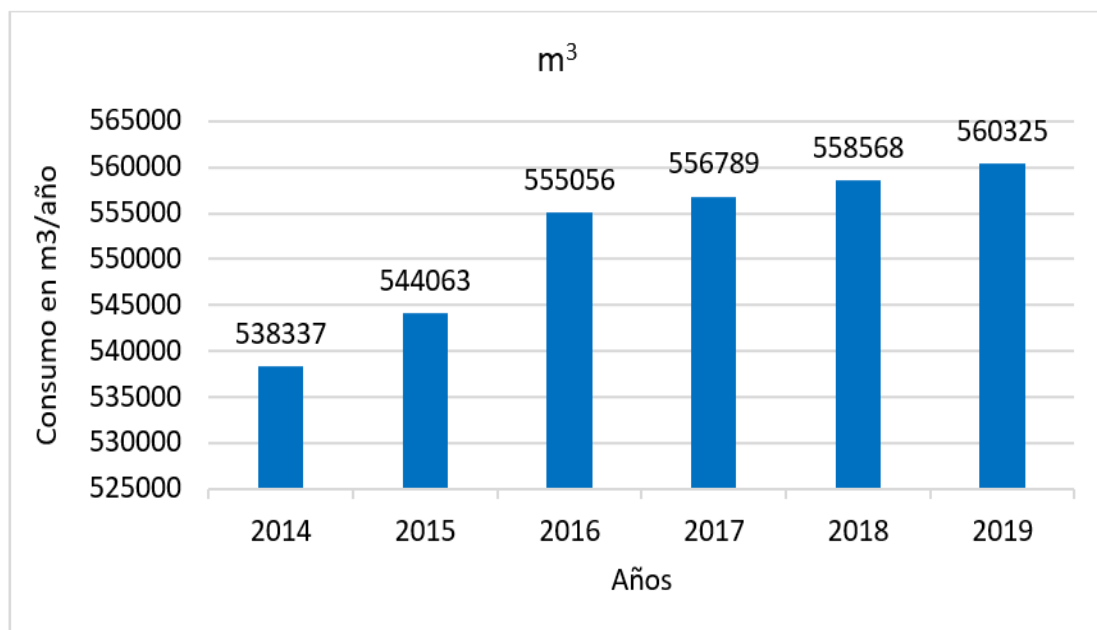
(m³/año).

Categoría de usuario	Tipo	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Residencial	Con medidor	414,257	424,239	448,539	480,839	513,099	545,379
	Sin medidor	124,080	119,824	106,517	75,950	45,469	14,946
Total		538,337	544,063	555,056	556,789	558,568	560,325

Nota. Tomado de SUNASS (2014).

Figura 2

Consumo proyectado de agua potable sector residencial ciudad de Azángaro (m³/año).



Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).



La información de la tabla 13 de la Empresa Prestadora de Servicios Nor Puno S. A, se desprende de la tabla 12; donde se especifica solo la proyección de agua potable que consume el sector doméstico o residencial, que debió ocurrir desde el año 2014 a 2019; pero que en realidad no se ha dado este nivel de consumo (anexo 03). Analizando esta información de consumo se confirma que el volumen proyectado se calculó que se incrementaría año a año. La información del posible consumo de agua potable corresponde a datos proyectados en el “Estudio Tarifario Final” del 2014 al 2019, por la E.P.S. Nor Puno S.A.

4.1.3.2. Consumo real del sector residencial facturado de agua potable del año 2018 al 2021. Ciudad Azángaro

La información de los años 2018, 2019, 2020 y 2021 (tabla 14), son datos de consumo real de agua potable facturado del sector residencial, según la EPS Nor Puno S.A. de la ciudad de Azángaro.

Analizando el consumo de los 2 últimos años, se tiene:

- En el año 2020, se registraron mayores consumos en los meses de enero y diciembre con 64,199.00 m³ y 64,168.00 m³ respectivamente; siendo junio el mes de menor consumo con 55 987.00 m³.
- El 2021, de agosto a diciembre el consumo es mayor, con respecto al período enero- julio.

En efecto podemos afirmar que en el 2020 desde agosto a marzo (época de mayor temperatura) se eleva el consumo y de abril a julio (época fría) se tiene menores consumos; situación distinta ocurre en el 2021.

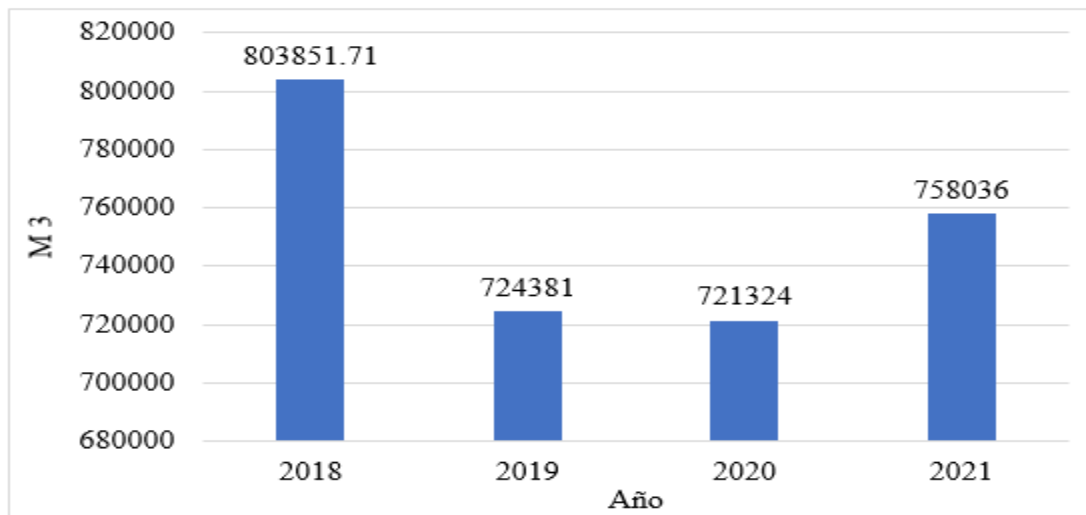
Tabla 14*Volumen consumo de agua sector residencial ciudad de Azángaro 2018 - 2021**(m³/año).*

Mes	2018 m³/mes	2019 m³/mes	2020 m³/mes	2021 m³/mes
Enero	68,762.52	64,734.00	64,199.00	62,747.00
Febrero	61,394.01	55,078.00	56,734.00	56,432.00
Marzo	65,570.91	61,483.00	61 886.00	60,825.00
Abril	64,440.67	58,504.00	56,612.00	61,684.00
Mayo	68,813.80	59,497.00	57,485.00	60,778.00
Junio	66,486.00	61,969.00	55,987.00	61,006.00
Julio	66,925.10	62,010.00	59,402.00	63,630.00
Agosto	70,837.80	63,352.00	60,071.00	68,089.50
Septiembre	67,250.70	62,649.00	60,194.00	65,848.00
Octubre	68,592.70	58,554.00	61,137.00	66,452,50
Noviembre	65,640.30	58,631.00	63,449.00	64,662.00
Diciembre	69,137.20	57,920.00	64,168.00	65,882.00
Total, año	803,851.7	724,381	721,324.00	758,036.00

Nota. Tomado de EPS Nor Puno S.A.

Figura 3

Consumo de agua potable ciudad Azángaro 2018 – 2021, (m³/año).



Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).

4.1.3.3. Variación de niveles de agua potable consumidos en ciudad de Azángaro

Tabla 15

Variación del nivel consumido real de agua potable años 2018 a 2021- Azángaro.

Año	Vol. Total (m ³ /año)	Variación m ³ /año	Porcentaje (%)
2018	803,851.71		
2019	724,381.00	-79,470.71	9.88%
2020	721,324.00	-3,057.00	0.38%
2021	758,036.00	36,712	4.57%

Nota. Elaboración propia a partir de la EPS Nor Puno S.A.

La tabla 15, muestra el nivel de variación del consumo de agua potable del sector residencial de la ciudad de Azángaro, el mismo que disminuye en el año 2019 en 9.88% con respecto al 2018, del mismo modo

disminuye 0.38% en el año 2020 respecto al 2019. Sin embargo, en 2021 se incrementa el consumo 4.57%, respecto al 2020. La situación de disminución del volumen de consumo ocurre porque muchos habitantes se trasladan a zona rural a realizar labores agrícolas o ganaderas y no permanecen en la ciudad; también por factor de migración a otras ciudades

4.1.3.4. Consumo per cápita de agua potable sector residencial, por vivienda y por habitante

a) Consumo per cápita con datos proyectados del año 2014 al 2019

Los resultados de consumo per cápita de agua potable (tabla 16), corresponde a datos proyectados, es decir lo que podría haber ocurrido del 2014 al 2019 respecto al consumo de agua potable en la ciudad de Azángaro; pero los datos reales del 2018 al 2021 indican que no se dio este comportamiento.

Tabla 16

Consumo per cápita con datos proyectados sector residencial, ciudad de Azángaro 2014 – 2019.

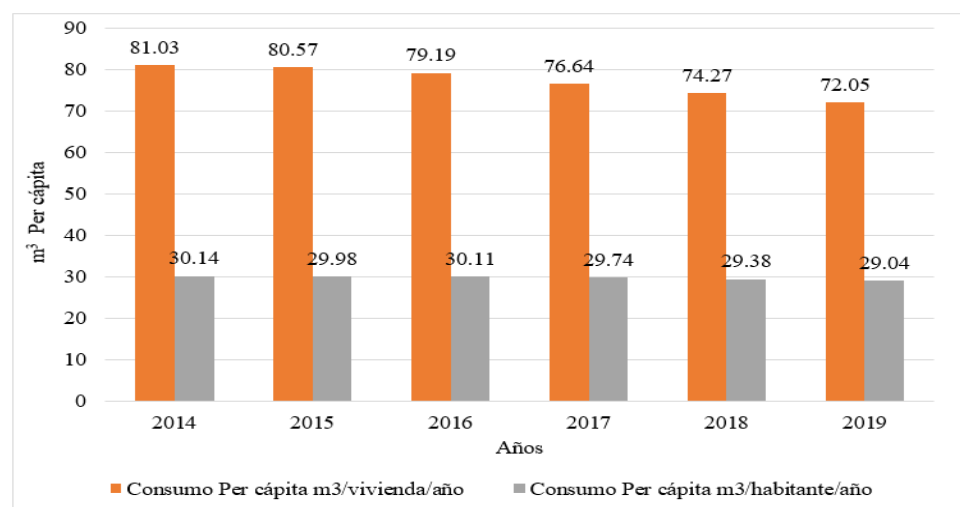
Año	N° de viviendas	N° de habitantes	Vol. total agua facturada (m ³ /año)	Consumo per cápita m ³ /vivien/año	Consumo per cápita m ³ /habt/año
2014	6,644	17,860	538,337	81.03	30.14
2015	6,753	18,148	544,063	80.57	29.98
2016	7,009	18,435	555,056	79.19	30.11
2017	7,265	18,723	556,789	76.64	29.74
2018	7,521	19,010	558,568	74.27	29.38
2019	7,777	19,298	560,325	72.05	29.04

Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).

La tabla 16, señala que del 2014 al 2019 el mayor consumo per cápita por vivienda debió ser en el 2014 y 2015 y el menor consumo per cápita/vivienda en el 2019. En cambio, el consumo per cápita/habitante debieron ser mayores el 2014 y 2016 y menor en el 2019.

Figura 4

Consumo per cápita proyectado sector residencial, Azángaro 2014 – 2019.



Nota. Elaboración propia, datos tabla 15.

b) Consumo real per cápita de agua potable sector residencial años 2018 al 2021

Para determinar este consumo per cápita se requiere conocer el número de usuarios de agua potable del 2018 a 2021, dato que no proporcionó la EPS Nor Puno. Al respecto nos basamos en el número de usuarios proyectados en el año 2019.

Número de habitantes que consumen agua potable:

N° Hab. 2019 = 19,298 habitantes (dato proyectado)

N° Hab. 2020 = 19,298 x 1.016 = 19,606 habitantes

N° Hab. 2021 = 19 606 hab. X 1.016 = 19,920 habitantes

Tabla 17

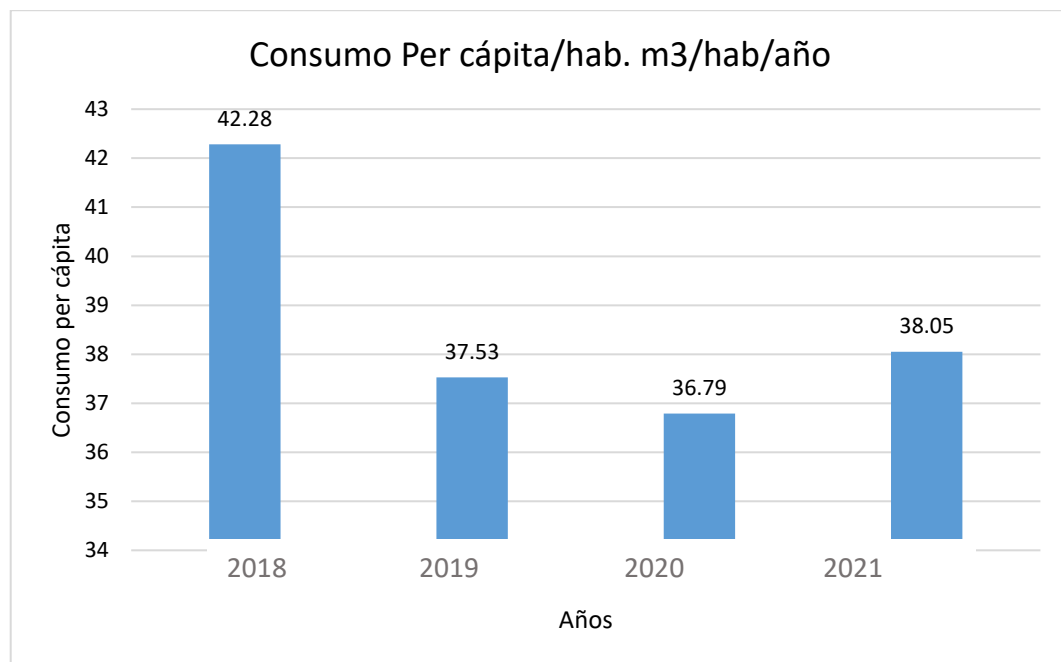
Consumo per cápita de agua potable 2018 – 2021.

Año	N° Viviendas con servicio	N° Habitantes Usan agua potable	Vol. facturado m ³ /año	Consumo per Cápita/vivienda (m ³ /vivi/año)	Consumo Per cápita/hab. m ³ /hab/año
2018	7,521	19,010	803,851.71	106.88	42.28
2019	7,777	19,298	724,381.00	93.13	37.53
2020	6,820	19,606	721,324.00	105.76	36.79
2021	6,493	19,929	758,036.00	116.75	38.05

Nota. Elaboración propia a partir de EPS Nor Puno S.A.

Figura 5

Consumo per cápita de agua potable 2018 – 2021.



Nota. Elaboración propia, datos tabla 17.

El consumo per cápita real en el período 2018 al 2021 tuvo el siguiente comportamiento:

- El consumo per cápita por vivienda alcanzó un valor más alto en el 2021 con 116.75 m³/vivienda/año y más bajo en el 2019 con 93.13 m³/vivienda/año.
- El consumo per cápita por habitante, fue mayor en el año 2018 con 42.28 m³/habitante/año y menor en el 2020 con 36.79 m³/habitante/año.

Esta situación variable del consumo per cápita posiblemente se debe al problema de la disminución del volumen de agua facturada (tabla 14 y 15).

Los consumos per cápita reales 2018 a 2021, son mayores a lo planificado o proyectado. Los consumos per cápita están dentro de rangos normales según la organización mundial de la salud – OMS.

4.1.4. Resultados de encuestas sobre agua potable usada, sector residencial ciudad de Azángaro, según encuestas

Tabla 18

Agua potable usado en viviendas ciudad de Azángaro (m³/año) – Encuestas setiembre 2021.

N°	Barrio Urbanización	N° de vivie	N° hbts/ vivie	N° hbts/ barrio	Vol./habit. l/hbte/día	Vol/vivie m ³ /vivie/año	Vol. Total m ³ /barrio/año
1	Ezequiel Urviola	7	4	28	70.28	102.6	718.2
2	Siglo XX	6	4	24	73.33	107.06	645.6
3	Alianza	4	3	12	68.25	74.73	298.92
4	Vilcapaza	17	4	68	68	99.28	1,687.76
5	Revolución	6	6	36	70.83	155.12	930.72
6	Lizandro Luna	12	4	48	70.42	102.81	1,233.72
7	Independencia	2	4	8	82	119.72	239.44
8	Panca Quia	11	4	44	69.5	101.47	1,116.17
9	Magisterial	11	3	33	65.9	72.16	793.76
10	Peña Dorada	3	4	12	65	94.9	284.7
Total		79	40	313			7,948.99

Nota. Elaboración propia a partir de las encuestas setiembre 2021.



a) Volumen de agua per cápita usado por vivienda y por habitante, según encuestas, año 2021

$$V_{pc/viv} = 7,948.99 \text{ m}^3/\text{año} / 79 \text{ viviendas} = 100.62 \text{ m}^3/\text{vivienda/año}.$$

$$V_{pc/hab.} = 7,948.99 \text{ m}^3/\text{año} / 313 \text{ hbts} = 25.40 \text{ m}^3/\text{hab./año}$$

$$V_{pc/hab.} = 69.58 \text{ l/hab./día}$$

El volumen per cápita de un habitante por día, según encuestas es de aproximadamente 70 l/día, que se considera en un rango normal.

b) Volumen total de agua potable usado, según encuestas 2021 (V_t), (volumen efluente).

Considerando que el total de las conexiones activas es 6,493 viviendas en el año 2021, se tiene que: $V_t = 6,493 \text{ viviendas} \times 100.62 \text{ m}^3/\text{viviendas/año} = 653,325.66 \text{ m}^3/\text{año}$ Comparando el volumen facturado, según la EPS Nor Puno S.A. del año 2021 fue de 758,036 $\text{m}^3/\text{año}$; en cambio las encuestas indican que el volumen usado en viviendas de la ciudad de Azángaro fue de 653,325.66 $\text{m}^3/\text{año}$.

4.2. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DEL SECTOR RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO

El agua potable que se consume produce la Huella Hídrica. En nuestro estudio se evalúa la HH del sector residencial, basada en el método de la Water Footprint Network – WFN, según el enfoque y tipo de HH por sector (tabla 19).

Tabla 19

Perspectiva sectorial de HH a cuantificar – WFN.

Sector	Enfoques		Huellas Hídricas cuantificadas			
	Grupo de Consumidores	Procesos	HH Azul	HH Gris	HH verde	HH indirecta
Residencial	X		X	X		X
Industrial		X	X	X		
Comercial	X		X	X		
Público	X	X	X	X	X	X

Nota. Tomado de Hoekstra et al., (2011)

A continuación, se presentan los resultados de la HH del sector residencial, que comprende: La HH azul, HH gris y la HH indirecta.

4.2.1. HH azul del consumo del sector residencial Azángaro ciudad

Hoekstra et al., (2011) realiza el cálculo de HH azul por tres procedimientos:

- Mediante datos del afluente y el efluente.
- Considerando HH azul per cápita de países, según la Base de datos de la Water Footprint Network.
- Considerando investigaciones de la WFN y la FAO

4.2.1.1. HH azul considerando datos del afluente y el efluente, año 2021

Aplicamos la ecuación (3b): (Hoekstra et al., 2011)

$$\text{HH azul} = \text{afluente} - \text{efluente} \quad (3b)$$

El afluente, se hace uso de volumen de agua consumida facturada del sector residencial. El efluente se determina con los datos de uso de agua en viviendas, según encuestas.



1Afluyente = Volumen que ingresa a las viviendas año 2021 =
758,036 m³/año.

Efluente = Volumen de agua calculada. Volumen usado dentro de
la vivienda, en diferentes actividades domésticas. Según encuestas =
653,325.66 m³/año.

a) HH azul = (758,036.00 – 653,325.66) m³/año

$$\text{HH azul} = 104,710.34 \text{ m}^3/\text{año}$$

Significa que 104,710.34 m³/año, es la cantidad de agua dulce superficial (del río Azángaro) que se consume, en las actividades domésticas de las viviendas de la ciudad. Este volumen comprende agua que se evapora, la usada en preparación de alimentos, la que bebemos, o se la incorpora en el proceso productivo de un producto. No regresa a la misma cuenca (Hoekstra et al., 2011).

b) HH azul Per cápita (hab/año) 2021, según este método:

$$\text{HH azul P.C/habitante 2021} = \frac{104,710.34 \text{ m}^3/\text{año}}{19,920 \text{ habitantes}}$$

$$\text{HH azul P.C/habitante 2021} = 5.25 \text{ m}^3/\text{hab./año}$$

Los resultados obtenidos en i y ii mediante este método se consideran valores que son altos, teniendo en cuenta los otros métodos. Esta situación ocurre posiblemente porque la información proporcionada por los encuestados se aleja de lo real.

4.2.1.2. HH azul-método de la water footprint network

$$\text{HH azul} = \text{HH azul per cápita} * \text{N}^{\circ} \text{ de habitantes} \quad \text{----(3c)}$$

Hoekstra et al., (2011): La HH azul per cápita determinada por la base de datos de la Water Footprint Network para países, se debe multiplicar por el número de habitantes, se obtiene así la HH azul.

Tabla 20

HH azul sector residencial con datos proyectados 2014 – 2019.

Año	N° Habitantes	HH azul Per Cápita - WFN (m ³ /hab./año)	HH azul (m ³ /año)
2014	17 860	3.7	66,082.00
2015	18 148	3.7	67,147.60
2016	18 435	3.7	68,209.50
2017	18 723	3.7	69,275.10
2018	19 010	3.7	70,337.00
2019	19 298	3.7	71,402.60

Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).

Conforme establece la WFN, la HH azul per cápita para países, al Perú le corresponde: HH azul per cápita = 3.7 m³/Habitante/año. A partir de este valor se obtiene la HH azul del sector residencial para la ciudad de Azángaro.

Tabla 21

HH azul sector residencial con datos reales 2018 - 2021, según la base de datos de WFN.

Año	N° Habitantes	HH azul PerCápita - WFN (m ³ /hab./año)	HH azul (m ³ /año)
2018	19 010	3.7	70,337.00
2019	19 298	3.7	71,402.60
2020	19 606	3.7	72,542.20
2021	19 929	3.7	73,737.30

Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).

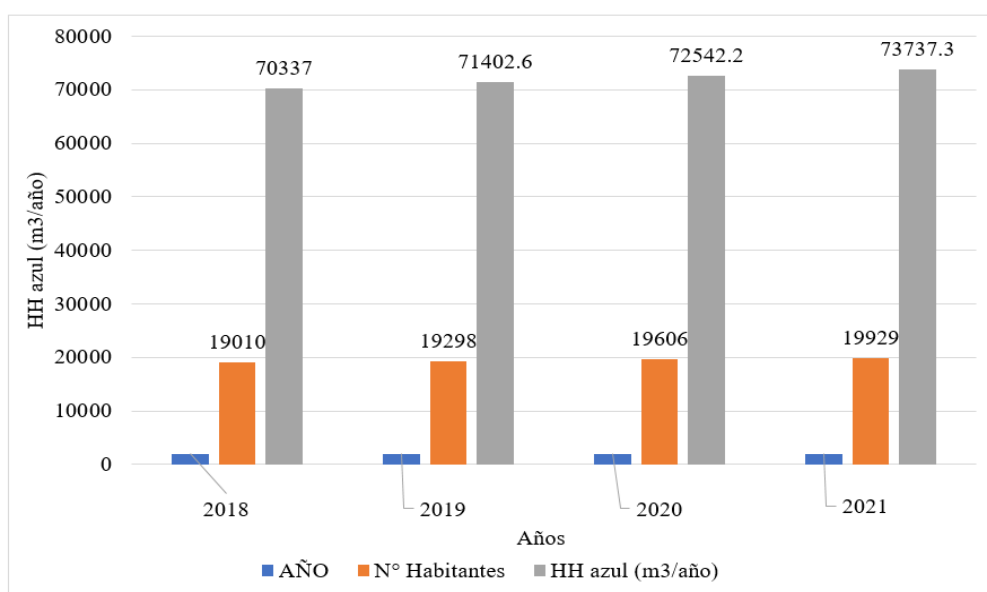
Los resultados de la tabla 21, indican que la HH azul en la ciudad de Azángaro en el 2018 fue menor con un valor de 70,337.00 m³/año, luego se incrementa en los siguientes años: el 2019 a 71,402.60 m³/año, el 2020 con 72,542.20 m³/año y para el 2021 se vuelve a incrementa 73,737.3 m³/año. Esta situación se refleja en la figura 6, referido al sector residencia.

Comparando con Sotelo y Sotelo (2018): Uso en el hogar o en el jardín. Obtiene en sus estimaciones que la huella hídrica de producción anual en España es 94 Km³. Es decir 94,000,0000,0000.00 m³ / año y huella hídrica per cápita de 2.325 m³/hab/año. En cambio, en nuestro estudio fue 4.23 m³/habitante/año en el 2021 (Tabla 25).

Nuestro estudio en Azángaro se tiene una huella hídrica per cápita de:

Figura 6

HH azul sector residencial, según la base de datos de la WFN. 2018 – 2021.



Nota. Elaboración propia a partir tabla 21.

4.2.1.3. HH azul según las investigaciones realizadas por la WFN y la FAO. (Water Footprint Network 2011)

La HH azul corresponde al 10% del total del volumen de agua facturado (Hoekstra et al., 2011).

$$\text{HH azul} = \text{Volumen total facturado (m}^3\text{/año)} * 10\%$$

a) HH azul con datos proyectados del año 2014 a 2019 sector residencial

Tabla 22

HH Azul con datos proyectados 2014 – 2019, según la WFN y la FAO, m³/año.

Año	Volumen total agua facturada (m ³ /año)	HH Azul (m ³ /año) 10%
2014	538,337	53,833.70
2015	544,063	54,406.30
2016	555,056	55,505.60
2017	556,789	55,678.90
2018	558,568	55,856.80
2019	560,325.00	56,032. 50

Nota. Elaboración propia con datos proyectados 2014 – 2019.

b) HH azul del sector residencial, método de la WFN y la FAO. 2018 a 2021

Tabla 23

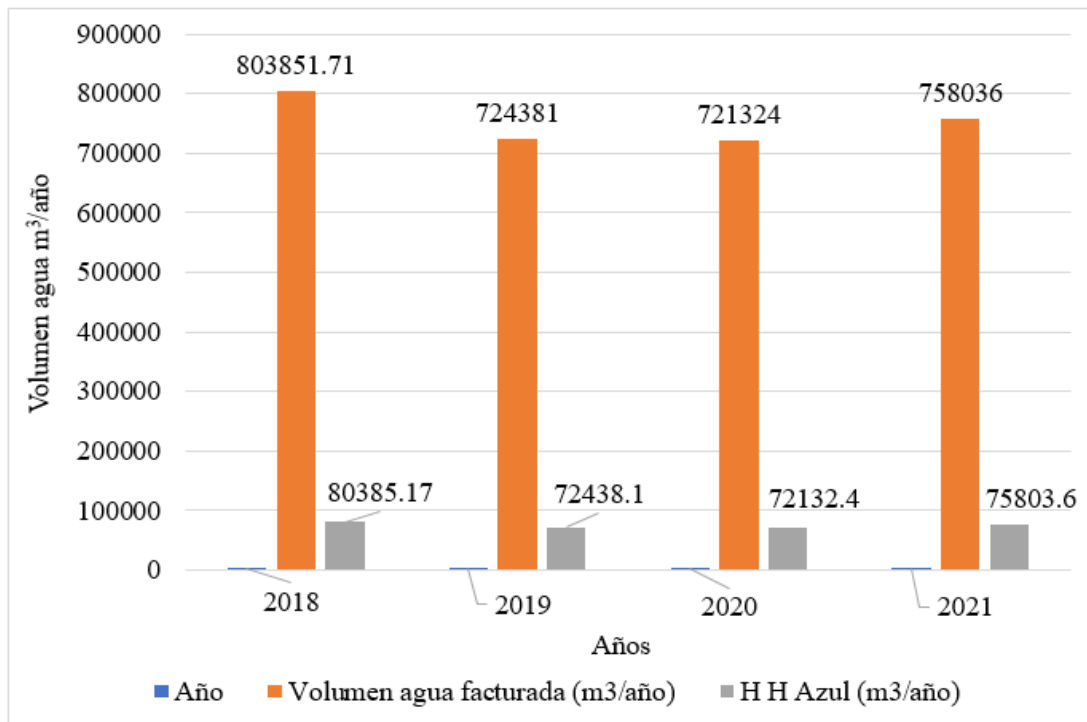
HH azul sector residencial (datos reales), según la WFN y FAO. 2018 a 2021.

Año	Volumen agua facturada (m ³ /año)	HH Azul (m ³ /año)
2018	803,851.71	80,385.17
2019	724,381.00	72,438.10
2020	721,324.00	72 132.40
2021	758,036.00	75,803.60

Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).

Figura 7

HH azul sector residencial, según WFN y la FAO. 2018 a 2021.



Nota. Elaboración propia con datos de tabla 22

La HH azul, de acuerdo con esta metodología en el período 2018 a 2021, alcanzó valor mayor fue el 2018 con 80,385.17 m³/año, en el 2019 disminuye a 72,438.10 m³/año, el 2020 aún disminuye a 72,32.40 m³/año, pero el 2021 vuelve a incrementarse a 75,803.60 m³/año. Esta situación de variabilidad se debe posiblemente a migración de habitantes en 2019 y 2020 y para el 2021 se supone disminuye la migración.

4.2.1.4. HH azul per cápita por vivienda y por habitante del sector residencial

HH Azul per cápita/vivienda = HH Azul ciudad / N° viviendas

HH Azul per cápita/hab. = HH Azul ciudad / N° habitantes

a) HH azul per cápita con datos proyectados 2014 – 2019

Tabla 24*HH Azul per cápita Azángaro 2014 – 2019 (datos proyectados).*

Años	HH azul ciudad (m ³ /año)	N° de viviendas	HH azul per cápita (m ³ /vivie/año)	N° de habitantes	HH azul per cápita (m ³ /habte/año)
2014	53 833.70	6,644	8.1	17,860	3.01
2015	54 406.30	6,753	8.06	18,148	2.99
2016	55 505. 60	7,009	7.92	18,435	3.01
2017	55 678.90	7,265	7.66	18,723	3.54
2018	55 856.80	7,521	7.43	19,010	2.94
2019	56 032.50	7,777	7.20	19,298	2.9
Promedio			7.73		

Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).

Con datos proyectados, la HH azul per cápita se suponía que debería ser la siguiente:

La HH azul per cápita, debió ser mayor en el año 2014 con 8.10 m³/vivienda/año, y también en año 2017 con 3.54 m³/habitante/año.

La HH azul per cápita menor debió ocurrir en el año 2019 con 7.20 y 2.90 m³/habitante/año.

b) Huella Hídrica azul per cápita por vivienda y habitante año 2018 – 2021.

Consideramos los valores de la HH azul de la WFN y la FAO.

Tabla 25

Huella Hídrica azul per cápita 2018 – 2021.

Años	HH azul ciudad (m³/año)	N° de viviendas	HH azul per cápita (m³/viv./año)	N° de habitantes	HH azul per cápita (m³/hab/año)
2018	80,385.17	7,521	10.68	19,010	4.23
2019	72,438.10	7,777	9.31	19,298	3.75
2020	72,132.40	6,820	10.58	19,606	3.68
2021	75,803.60	6,493	11.67	19,929	3.8

Nota. Elaboración propia a partir de SUNASS (2014).

La tabla 25 indica que:

- La HH azul per cápita de mayor valor fue en el 2021 con 11.67 m³/vivienda/año, y en el 2018 con 4.23 m³/habitante/año.
- La HH azul per cápita de menor valor fue en el 2019 con 9.31 m³/vivienda/año, y en el 2020 con 3.68 m³/habitante/año.

4.2.2. HH gris sector residencial, ciudad de Azángaro

La HH gris total es la máxima entre las HH Grises calculadas en base a distintos parámetros, DBO5, DQO o SSt (Hoekstra et al., 2011). De los resultados de análisis de laboratorios de muestras de aguas residuales domésticas colectadas se obtuvo la concentración del efluente doméstico (tabla 26).

Tabla 26*Resultado del informe de ensayos de laboratorio 2019.*

Solicitante	: E.P.S NOR PUNO S.A	
Punto de muestreo	: Efluente PTAR/UTM 19L. 0371960, 8343089, 3854	
Fecha y Hora de muestreo	: 21/11/2019 -11 hrs	
Registro de Muestreo	: 0335-19-05	
Producto declarado	: Agua Residual	
Determinación	Efluente PTAR/UTM 19L. 0371960, 8343089, 3854	Unidades
DBO5 = Demanda Bioquímica de oxígeno	148	mg/L
Sólidos suspendidos totales: Sst	130	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	779	mg/L

Nota. Tomado de Laboratorios BHIOS, informe de ensayos N° 3862 y EPS Nor Puno S.A

En efecto, la HH Gris corresponde al año 2019 y está dada por la demanda Química de Oxígeno: DQO = 779 mg/L.

$$\text{HH Gris} = 779 \text{ mg/L} = \frac{779 \text{ mg} \times 1\text{gr}}{\text{L} \times 1000 \text{ mg}} = 0.779 \text{ gr/L}$$

$$\text{Índice HH Gris} = 0.779$$

$$\text{HH Gris 2019} = 724,381.0 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.779$$

$$\text{HH Gris 2019} = 564,292.79 \text{ m}^3/\text{año} = 564,292.8 \text{ m}^3/\text{año}$$

Para efectos de cálculo de la HHgris en los años 2018, 2020 y 2021, consideramos el mismo valor de la DQO = 779 mg/L, dado que de estos años no se tiene esta información.

a) HH gris año 2018

$$\text{HH Gris 2018} = 803\ 851.71 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.779 = 626,200.5 \text{ m}^3/\text{año}$$



b) Huella Hídrica Gris año 2020

$$\text{HH Gris} = 0.779 \times 721,324 \text{ m}^3/\text{año} = 561,958.14\text{m}^3/\text{año}$$

c) Huella Hídrica Gris año 2021

$$\text{HH Gris 2021} = 758,036.00 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.779 = 590,510 \text{ m}^3/\text{año}$$

Significa que para el año 2018 se han contaminado 626,200.48 m³/año de agua dulce superficial.

Constituye, el agua que se ha requerido para asimilar la carga de contaminantes por el uso en viviendas de Azángaro a nivel de ciudad, según las concentraciones del DQO. Como se observa, según resultados la contaminación es menor en el año 2020, con 561,911.40 m³/año.

Comparación de resultados de HH azul y HH gris:

En la presente investigación, los resultados obtenidos de HH azul y HH gris, del 2020 y 2021 fueron:

$$\text{HH azul 2020} = 72,132.40$$

$$\text{HH azul 2021} = 75,803.60$$

- Observamos que la HH azul en el 2021, se incrementa en 4.84% con respecto al 2020 (significa mayor uso o consumo de agua dulce).

$$\text{HH Gris 2020} = 561,958.14\text{m}^3/\text{año}$$

$$\text{HH Gris 2021} = 590,510.00 \text{ m}^3/\text{año}.$$

- Observamos que la HH gris en el 2021, se incrementa en 4.84% con respecto al 2020 (significa mayor contaminación de agua).



En cambio, Aliaga (2019), en la “Evaluación de la huella hídrica directa del distrito de Chorrillos”, obtiene:

- HH azul 16.91 MMC (2016) y 17.44 MMC (2017), y
- La HH gris fue de 563.33 MMC el año 2016 y 466.51 MMC el año 2017.

Se aprecia que:

- La HH azul se incrementa en 3.04% el 2017 respecto al 2016.
- Existe una reducción de la HH gris 16.59 % el año 2017 con respecto al 2016,

Ambos estudios utilizaron el método de Water Footprint Network

Aquafondo (2018), en la “Huella hídrica de los usuarios de agua de Lima Metropolitana”. Utilizo el método de Water Footprint Network con la información del año 2016 obtuvo que:

- La HH azul, fue de 638 MMC, es el 26.52%
- La HH gris, fue de 1768 MMC, representa el 73.42%.

En nuestro caso para el año 2021:

- HH azul 2021 = 75,803.60
- HH gris 2021 = 590,510.00 m³/año HH gris

La HH gris constituye el 88.62% y la azul el 11.37%.

Inanova (2013) sobre la Huella Hídrica en la ciudad de Bogotá:

- La huella hídrica total correspondiente al año 2008 es de 1006 millones/m³/año representando por huella hídrica azul que es el 44.2% y la huella hídrica gris 55.8%,

Esta investigación esta referida a más de 10 años.

4.2.3. Evaluación de la HH indirecta del sector residencial, Azángaro, según la WFN

WFN (2011): La HH indirecta, es calculada en base a productos consumidos, sus equivalencias hídricas correspondientes.

$$HH \text{ Indirecta} = \sum (Cp * HH \text{ producto})$$

Donde:

$$Cp = \text{Cantidad de productos (toneladas/año)}$$

Las equivalencias hídricas se encuentran en la base de datos de la Water Footprint Network. En efecto para estimar la HH Indirecta consideramos solo los productos que se producen en Azángaro.

Tabla 27

HH indirecta, población ciudad de Azángaro, según canasta básica familiar WFN (m³/mes).

(A). Productos de la zona	(B) Cantidad producto (ton)	(C) Huella Hídrica Equivalente (m ³ /ton)	(D) Huella Hídrica Indirecta (m ³ /año)
Huevo*	936	200	187,200.00
Leche *	600	1,000	600,000.00
Papa *	2,400	130	312,000.00
Pan *	600	1,600	960,000.00
Carne *	1,176	16,000	18'816,000.00
Queso *	420	5,060	2'125,200.00
Total año			23'000,400.00

Nota. Elaboración propia.

La respectiva HH indirecta, comprende los tres tipos de Huellas: HHazul, HHgris y HHverde. Los 23'000,400.00 m³ de HH Indirecta, constituye la cantidad incorporada o contaminada de agua, en toda la cadena productiva en Azángaro.



En efecto la HH indirecta no proviene del agua que consume el sector residencial. Es importante señalar que, en el presente trabajo no consideramos la HH indirecta de todos los productos utilizados en la alimentación de la población, porque el proceso productivo de algunos de ellos no ocurre en la ciudad de Azángaro, sino que son producidos de otros lugares y no constituyen HH indirecta de Azángaro. En la zona se producen principalmente papa, queso, leche, carne y pan principalmente. Teniendo en cuenta esta situación, consideramos que la HH indirecta para la ciudad de Azángaro está constituida por los productos de la zona (*). HH Indirecta = 23,000,400.00 m³/año.

4.2.4. Huella hídrica total del sector residencial, Azángaro ciudad

$$SR = HH \text{ azul} + HH \text{ gris} + HH \text{ indirecta}$$

Tabla 28

HH total del sector residencial, ciudad de Azángaro, base de datos WFN.

Año	HH azul m ³ /año	HH gris m ³ /año	Total HH directa	HH indirecta m ³ /año	HH total (m ³ /año)
2018	80,385.17	626,200.48	706,585.65		
2019	72,438.10	564,292.80	636,730.90		
2020	72,132.40	561,911.40	634,043.80		
2021	75,803.60	590,510.04	666,313.64	23,000,400.00	23,666,713.60

Nota. Elaboración propia, datos de encuesta 2021.

4.2.5. Comprobación con Análisis estadístico de la HH Azul y HH Gris según el consumo de agua por año.

Tabla 29

Prueba de Normalidad para análisis estadístico.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico					
	o	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Consumo de agua anual m ³ /año	,263	4	.	,877	4	,325
HH Azul	,263	4	.	,877	4	,325
HH Gris	,263	4	.	,876	4	,323

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 29, se encuentra el procesamiento estadístico IBM SPSS, los datos procesados son menores que 30, así que se usó la prueba de Shapiro-Wilk, por lo tanto, podemos apreciar que los datos obtenidos siguen una distribución normal ya que el nivel de significación debe ser mayor a 0.05 en su totalidad y por lo consiguiente debemos aplicar un método paramétrico, ya que verificamos distribución normal en nuestra variable de interés.

Tabla 30*Prueba de PEARSON.*

		Correlaciones	
		HH Azul	HH Gris
HH Azul	Correlación de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	4	4
HH Gris	Correlación de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	4	4

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 30, se encuentra el procesamiento estadístico IBM SPSS, de la prueba de hipótesis con la Prueba de PEARSON para muestras relacionadas para datos con distribución normal, como método paramétrico dando como resultado una significancia menor a 0.05 rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna que nos indica que hay correlación de la HH Azul y HH Gris, según el año evaluado y según el consumo de agua por año, además mostrando que tiene un índice R y Rho de 1.00 indicando que tiene una muy buena correlación según el estadístico de PEARSON.

4.3. SOSTENIBILIDAD DE LA HH SECTOR RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO.

En este aspecto se analizó la sostenibilidad para la HH Azul y la HH Gris Hoekstra et al., (2011), cálculo del requerimiento natural y disponibilidad real de agua para el año 2018, aplicando las ecuaciones 16 a y 16 b.



$$\text{Requerimiento natural} = \text{Disponibilidad natural} * 80\% \quad (16 \text{ a})$$

$$\text{Disponibilidad real} = \text{Disponibilidad natural} - \text{Requerimiento natural} \quad (16 \text{ b})$$

Tabla 31

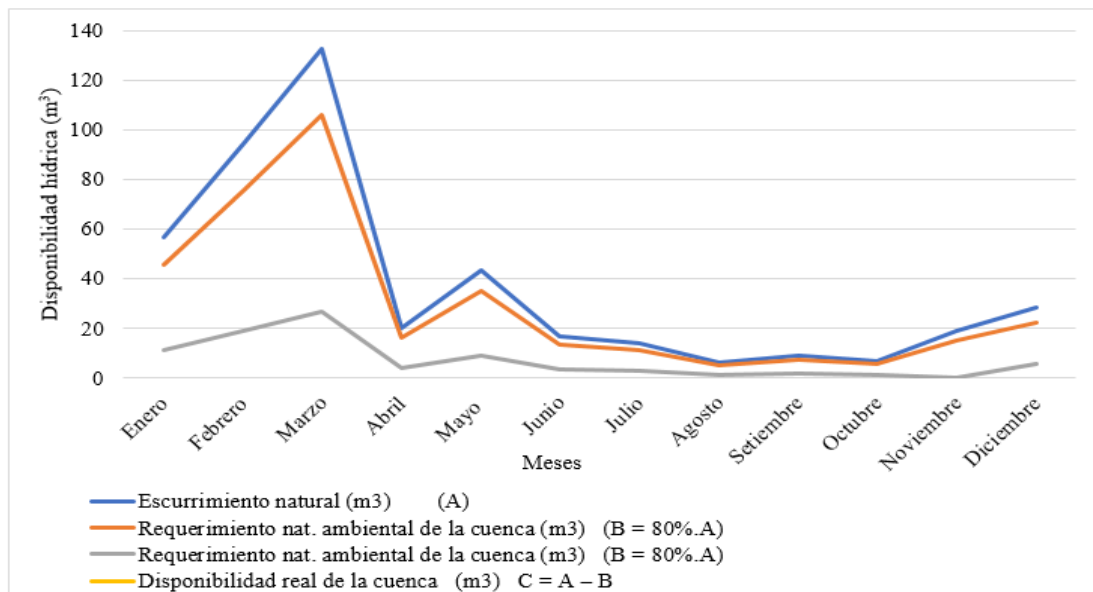
Disponibilidad real de agua, cuenca Azángaro año 2018.

Meses	Disponibilidad natural (m³) (A)	Requerimiento natural ambiental de la cuenca (m³) (B = 80%.A)	Disponibilidad real de la cuenca (m³) C = A - B
Enero	56.74	45.39	11.35
Febrero	94.1	75.28	18.82
Marzo	132.44	105.95	26.49
Abril	19.95	15.96	4.02
Mayo	43.4	34.72	8.68
Junio	16.59	13.27	3.32
Julio	13.9	11.12	2.78
Agosto	6.05	4.84	1.21
Setiembre	8.86	7.08	1.78
Octubre	6.84	5.47	1.37
Noviembre	18.77	15.02	3.75.
Diciembre	28.06	22.45	5.61
Total	445.7	356.55	89.18

Nota. Tomado de ANA (2019) Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica del Ramis – ANA 2019.

Figura 8

Disponibilidad de agua, cuenca Azángaro año 2018.



Nota. Elaboración propia, según datos de la ANA. AAA Puno - 2018

En la tabla 31 y figura 8, observamos que la cuenca del río Azángaro tiene menor disponibilidad de agua en agosto, setiembre y octubre, época de estiaje y es posible se afecte el normal servicio de agua a la ciudad.

4.3.1. HH azul del consumo del sector residencial Azángaro ciudad

La HH azul Total de la ciudad es la suma de las HH azul cuantificadas de los sectores evaluados. La investigación evalúa solo el sector residencial. Determinamos la sostenibilidad realizando la comparación entre el agua disponible real de la cuenca de la que se extrae agua para el uso y consumo en la ciudad, con cantidad que realmente se usa y consume.

Para determinar la escasez de agua y la sostenibilidad de agua, se debe dividir la HH Azul cuantificada de la ciudad por el volumen de agua disponible real, (agua azul, ecuación 17).

Tabla 32

1 Rangos de requerimientos ambientales de la cuenca (Water Footprint Network).

Mayor a 4		Mayor a 1,5	
Mayor a 2		Mayor a 1	

Nota. Tomado del estudio de Hoekstra & Mekonnen (2011).

$$\text{--- (17) Sostenibilidad HH Azul} = \frac{\sum e \text{ HH Azul}}{\text{Disponib. real agua en la cuenca}}$$

Huella Hídrica azul año 2018 (datos reales) = 80,385.17 m³/año

Si la división es menor a 1, entonces, se concluye que el impacto ambiental en cuanto al consumo de agua no existe o no es significativo. Cuanto mayor sea a 1, ocurre impacto y la situación de escasez es peor. (ver Tabla 32).

En la tabla 33, el 2018, de junio a octubre el impacto fue mucho mayor a 1; es decir es probable que se hayan presentado dificultades para abastecer de agua potable a la ciudad en este período. En la figura 9, se confirma dado que la curva de escasez está por encima de la curva de disponibilidad real de la cuenca. En este período el índice de escases fue de 2.02, 2.41, 5.53, 3.75 y 4.88 respectivamente y se consideran altos que confirman la escasez y coincide con la época de estiaje en la cuenca.

Tabla 33*Índice de escasez de la HH azul, sector residencial 2018.*

Meses	Disponibilidad real de la cuenca (m ³)	Huella Hídrica Azul S.R de la cuenca (m ³)	Índice de escasez (sostenibilidad)
Enero	11.35	6.69	0.58
Febrero	18.82	6.69	0.35
Marzo	26.49	6.69	0.25
Abril	4.02	6.69	1.66
Mayo	8.68	6.69	0.77
Junio	3.32	6.69	2.02
Julio	2.78	6.69	2.41
Agosto	1.21	6.69	5.53
Setiembre	1.78	6.69	3.75
Octubre	1.37	6.69	4.88
Noviembre	3.75	6.69	1.78
Diciembre	5.61	6.69	1.19
Total	89.18	80.38	0.9

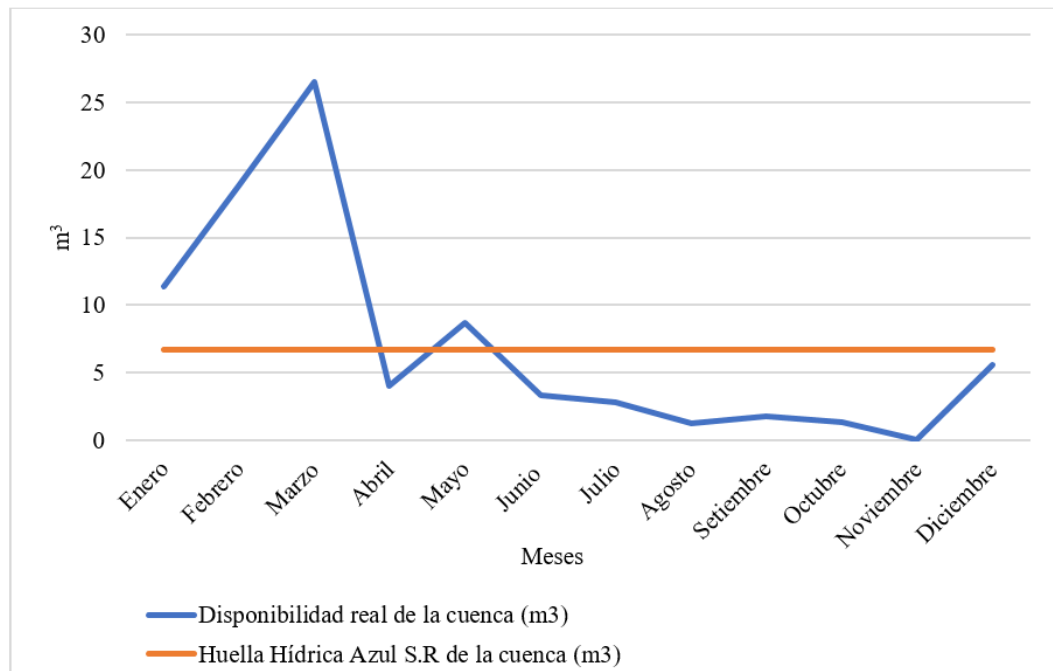
Nota. Elaboración propia, con datos de tabla 30, disponibilidad real

Así mismo el impacto fue levemente mayor a 1 en noviembre y diciembre, es decir la escasez es no significativa. En la figura en noviembre las curvas se cruzan y en diciembre se eleva la disponibilidad real sobre la escasez. El índice de escasez de agua en noviembre y diciembre fue 1.78 y 1.19 respectivamente, valores muy cerca de 1, significa que no hay problema de escasez.

Enero a marzo, e incluso mayo, el índice de escases es menor a 1, que significa una disponibilidad de agua normal a la ciudad de Azángaro, ello coincide con la época de avenidas. La curva de índice de escasez está muy por debajo del nivel disponible real de la cuenca.

Figura 9

Sostenibilidad de la HH Azul, sector residencial año 2018.



4.3.2. Sostenibilidad de la HH gris, sector residencial - Azángaro

La HH Gris total de la ciudad, es la suma de las HH grises cuantificadas en los diferentes sectores de la ciudad. En nuestro caso corresponde solo al sector residencial de Azángaro ciudad. El nivel sostenible de la HH gris, se cuantifica con el volumen de agua natural (ecuación 16) y la HH Gris total de la ciudad; este valor se denomina “índice de contaminación hídrica” (Hoekstra et al., 2011).

$$\text{Índice contaminación de HH} = \frac{\sum \text{HH gris}}{\text{Disponibilidad natural}}$$

$$\text{Huella Hídrica gris 2019} = 564,292.8 \text{ m}^3/\text{año}$$

Tabla 34*Sostenibilidad de la HH gris. Nivel de contaminación hídrica ciudad Azángaro 2018.*

Meses	Disponibilidad o Escorrentamiento natural (m ³)	Huella Hídrica Gris (m ³)	(%) Nivel de contaminación
Enero	56.74	52.18	91.96%
Febrero	94.1	52.18	55.45
Marzo	132.44	52.18	39.4
Abril	19.95	52.18	261.55
Mayo	43.4	52.18	120.23
Junio	16.59	52.18	314.53
Julio	13.9	52.18	375.39
Agosto	6.05	52.18	865.34
Setiembre	8.86	52.18	588.94
Octubre	6.84	52.18	762.86
Noviembre	18.77	52.18	277.99
Diciembre	28.06	52.18	185.96
Total	445.7	626.2	

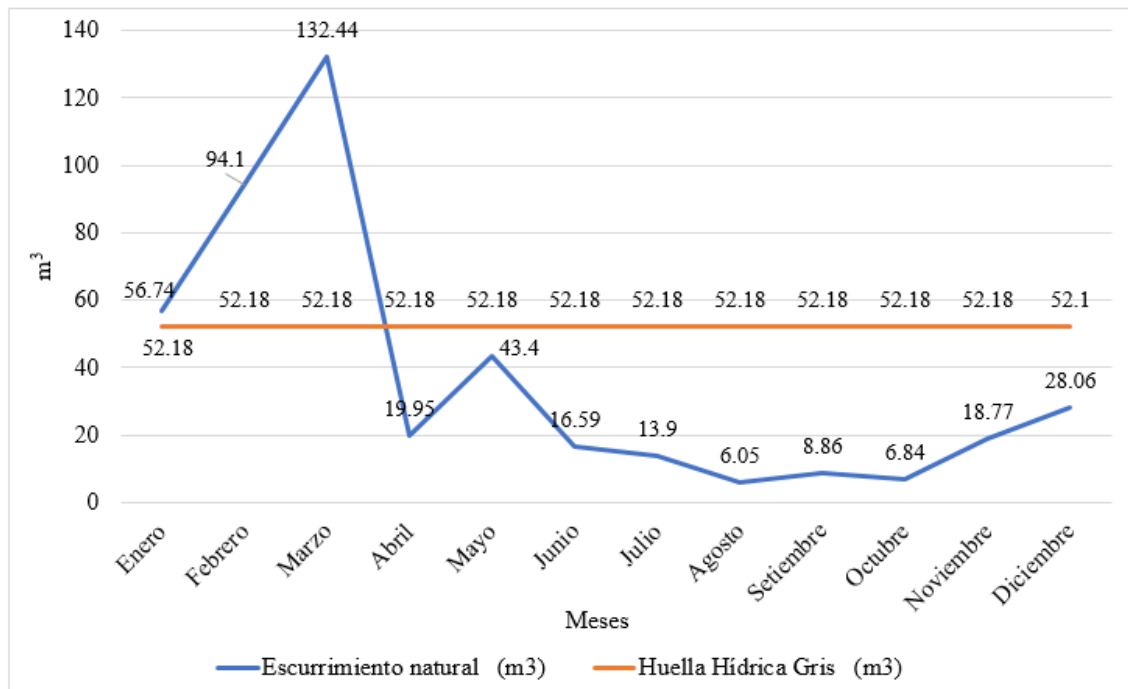
Nota. Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 34 que, de junio a diciembre y abril, el nivel de contaminación es alto. Pero en enero a marzo el nivel de contaminación disminuye notablemente y coincide con la época de mayores caudales naturales en el río.

En el caso que esta carga contaminante descargase directamente al río Azángaro, se sobrepasa de manera elevada la capacidad de la cuenca de depurar por si sola la contaminación hídrica generada por las actividades del sector residencial en la ciudad de Azángaro. Para mayor claridad, los resultados los observamos en la figura 10.

Figura 10

Sostenibilidad de la HH gris año 2018.



Nota. Elaboración propia

En la figura 10, se observa que la Huella Hídrica gris está notablemente por encima de la curva de disponibilidad natural de la cuenca para el año 2018. Significa que la carga contaminante es alta. Lo importante es que esta carga contaminante no se descarga directamente en el río Azángaro. De lo contrario esta carga contaminante no sería posible ser depurada por las aguas del río.

V. CONCLUSIONES

La evaluación del consumo de agua potable y la Huella Hídrica del sector residencial se realizó usando datos proyectados del año 2014 a 2019 del “Estudio Tarifario Final”, y datos reales del 2018 al 2021, con fines de analizar el escenario del comportamiento de planificación con el escenario realmente que ha ocurrido en la ciudad de Azángaro.

El agua potable consumida del sector residencial en la ciudad de Azángaro, con datos proyectados del año 2014 al 2019, se verifica que los volúmenes programados resultaron menores respecto a los volúmenes realmente consumidos, comparando los años 2018 (558 565 y 803 851) m³/año y 2019 (560 325 y 724 381) m³/año. Por otra parte, las encuestas 2021 indican que el volumen usado en viviendas fue 530,000 m³/año, que viene a constituir el volumen efluente.

Lo indicado en el punto anterior se confirman con los resultados per cápita del 2018 y 2019; con datos proyectados se tiene 74.27 y 72.05 m³/vivienda/año, y de 29.38 y 29.04 m³/habitante/año; sin embargo, con volúmenes consumidos reales en los mismos años estos fueron: 106.88 y 93.13) m³/vivienda/año, 42.28 y 37.53 m³/hab./año, respectivamente. Así mismo según las encuestas se tiene un consumo per cápita de 70.64 m³/vivienda/año y 17.83 m³/hab./año.

La HH del sector residencial en Azángaro – ciudad, tuvo el siguiente comportamiento:

- HH azul, según afluente y efluente año 2021 fue 104,710.34 m³/año; de acuerdo con datos de la Water Footprint Network en este año fue de 73,737 m³/año; finalmente, según investigaciones de la WFN y la FAO fue 75,803.60 m³/año.



- La HH gris en el 2019 fue de 564,292.80 m³/año, significa volumen de agua dulce superficial contaminada.
- HH indirecta de la ciudad de Azángaro en el 2021 fue de 23,000,400.00 m³/año

El nivel sostenible de la HH azul se considera fue baja para el año 2018 en la ciudad de Azángaro, específicamente en junio, julio, agosto, setiembre y octubre, donde el índice de escasez de agua fue 2.01, 2.41, 5.53, 3.75 y 4.88 respectivamente, valores altos y confirman escasez de agua, período que coincide con la época de estiaje en la cuenca. De diciembre a marzo e incluso mayo, el índice de escases es menor a 1, significa una disponibilidad de agua normal de agua y coincide con la época de avenidas.

La HH gris alcanzó un valor elevado en el 2018; es decir, el Índice de contaminación hídrica tiene rangos altos, sobre todo de junio a diciembre y en abril. Esta descarga contaminante, excedería la capacidad de la cuenca de depurar por si sola la contaminación hídrica generada por las actividades del sector residencial en la ciudad de Azángaro.



VI. RECOMENDACIONES

Es de gran importancia conocer las metodologías para evaluar la Huella Hídrica que genera el consumo de agua potable por la población; por tal motivo se recomienda considerar con mayor trascendencia como parte de la formación académica para alumnos de pre grado del programa de Ingeniería Agrícola, por corresponder al área de recursos hídricos.

Se recomienda a las instancias responsables, el manejo y gestión con proyectos sostenibles el agua y saneamiento de las poblaciones, a fin de disminuir los niveles de contaminación de los recursos hídricos que genera el sector residencial.

Se recomienda ampliar investigaciones sobre la Huella Hídrica que comprenda los sectores: comercial, industrial de la ciudad de Azángaro y de otras ciudades de alto andinas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, E. (2019). Evaluación de la huella hídrica directa del distrito de chorrillos como una herramienta de gestión de recursos hídricos. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2707>
- Aquafondo. (2018). Huella hídrica de los usuarios de agua en Lima Metropolitana. 2da Edición. <https://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2020/06/Estudio-de-Huella-H%C3%ADdrica-de-los-usuarios-de-Lima-Metropolitana.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). Plan nacional de recursos hídricos del Perú. Memorias 2013. Ministerio de Agricultura y riego.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/224>
- Arreguín, F., López, M, Marengo, H. & Tejada, C. (2007). Agua virtual en México.
http://cenca.imta.mx/pdf/agua_virtual.pdf
- CAF. (2017). Huella de ciudades. Ciudad de Lima.
<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1663/Huellas%20de%20Ciudades-Ciudad%20de%20Lima.pdf?sequence=42&isAllowed=y>
- Climatedata. (20 junio del 2017). Climaazangaro.climadata. <https://es.climatedata.org/america-del-sur/peru/puno/azangaro-765020/#temperature-graph>
- García, I. & Toro, J. (2013). *Evaluación de la Huella Hídrica generada por los Sectores Comerciales y de viviendas del Barrio Florida -Bogotá DC*. [Tesis de pregrado, Universidad Libre. Colombia].
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11221/Proyecto%20de%20grado%20Isabel%20Garcia%20S.%20y%20Jennifer%20Toro%20M..pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Gómez, A. (2016). *Evaluación de la huella hídrica del ciclo integral del agua de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona*. [Tesis de pregrado, Universidad Pública de Navarra]. <https://academicae.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/22368/TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M. & Mekonnen, M. (2011). Manual de Evaluación para Huella Hídrica Establecimiento del estándar mundial. https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf
- Hoekstra, A. & Mekonnen, M. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. doi:10.5194/hess-15-1577-2011
- Huanca, E., Apaza, S. & Flores, E. (2020). huella hidrica del cultivo de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las cuencas Coata e Illpa, puno. 10(2), 54-71. <https://doi.org/10.26788/riepg.v10i2.2672>
- Indij, D. & Schreider, M. (2011). Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y su Aprovechamiento para la Agricultura frente al Cambio Climático en la Región Andina. <https://www.bivica.org/files/recursos-hidricos-gestion.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). Evaluación Multisectorial de la Huella Hídrica en Colombia. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023272/HH_ENA2014.pdf
- Instituto Nacional de estadística e Informática. (2020). Perú: formas de acceso al agua y saneamiento. Acceso a agua para consumo humano. básico. https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_1.pdf



- Ivanova, Y. (2013). Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una herramienta de gestión del recurso hídrico en el área urbana. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana].
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15009/IvanovaYulia2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ley N° 29338. Ley de Recursos Hídricos (30 de marzo de 2009).
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-recursos-hidricos-0#:~:text=%2D%20Ley%20de%20Recursos%20Hidricos&text=La%20presente%20Ley%20regula%20el,los%20bienes%20asociados%20a%20esta.>
- Martínez, M. (2013). *Indicadores como información base para el análisis del desempeño ambiental: Huella Hídrica, Huella Ecológica y Huella de Carbono*. [Tesis maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/245808>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento 2017 – 2021.
<https://faolex.fao.org/docs/pdf/per173233.pdf>
- Ministerio de Salud. (2011). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- ONG Agualimpia. (2017). Manual de aplicación de evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046.
<https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3829/ANA0002330.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 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.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304>

Organización Internacional de Normalización. (2014). Gestión ambiental — Huella de agua — Principios, requisitos y directrices (ISO 14046:2014).

<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14046:ed-1:v1:es>

Organización Mundial de la Salud. (21 de marzo 2022). Agua para consumo humano.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Rendón, E. (2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/40>

Sotelo, J. & Sotelo, M. (2018). Consumo de agua y Huella Hídrica de las ciudades españolas”. *Estudios Geográficos*, LXXIX/284, pp. 115-140. DOI:

<https://doi.org/10.3989/estgeogr.201805>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2004). La calidad del agua potable en el Perú. Agencia de cooperación internacional del Japón (JICA).

<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Jica-2004.pdf>

Sunass. (2014). Estudio tarifario final EPS Nor Puno S.A. periodo 2014 – 2019. Gerencia de regulación tarifaria. https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/eett_eps_norpuno_sa.pdf

Sunass & Fed. (2021). Plan Regional de saneamiento Puno 2021 – 2025. <https://www.regionpuno.gob.pe/descargas/planes/seguridadciudadana/PLAN%20REGIONAL%20DE%20SANEAMIENTO%20PUNO%20-2021%20-%202025.pdf>

Vilca, J. 2019. Huella Hídrica de cultivos andinos de la región puno comercializados en la región Arequipa. Puno [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3279110?show=full>



Zárate, E., Fernández, A. & Kuiper, D. (2017). Guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica en una cuenca hidrográfica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Unión Europea. José. Costa Rica.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2996/BVE17068913e.pdf;jsessionid=215D23D4C19B6C52FFB42C3748B14E60?sequence=1>



ANEXOS



ANEXO 1



**ESTUDIO TARIFARIO
FINALEPS NOR PUNO**

S.A.

PERIODO 2014 – 2019

**SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE
SERVICIOS DESANEAMIENTO – SUNASS**



Octubre, 2014

Cuadros siguientes se presenta la proyección de la población urbana, conexiones y volúmenes de agua potable para los próximos cinco años de las localidades administradas por NOR PUNO.

Cuadro N° 27: Proyección de la población administrada

Localidad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Azángaro	7 860	8 148	8 435	8 723	9 010	9 298
Huancané	683	799	915	1 030	1 146	1 262
Total	6 543	6 946	7 350	7 753	8 156	8 559

Elaboración: Propia

Cuadro N° 28: Tasa de crecimiento de la población

Localidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Azángaro	,61%	,58%	,56%	,54%	51%
Huancané	,33%	,32%	,30%	,28%	27%

Elaboración: Propia

Cuadro N° 31: Estimación de población servida con el servicio de agua potable (habitantes)

Localidad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Azángaro	17 057	17 304	17 772	18 240	18 707	19 175
Huancané	249	251	255	258	260	262
A nivel EPS	25 306	25 655	26 322	26 990	27 657	28 324

Elaboración: Propia

Cuadro N° 32: Estimación del número de conexiones totales de agua potable

Localidad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Azángaro	5636	5711	5859	5907	5955	6003
Huancané	3083	3122	3199	3276	3353	3430
A nivel EPS	8719	8833	8958	9083	9158	9233

Elaboración: Propia

Cuadro N° 36: Evolución de conexiones domiciliarias de agua potable a nivel EPS

Categoría de usuario	Tipo	Año	Año					Año
			ño 0	ño 1	ño 2	ño 3	ño 4	
Doméstico	Acti	vas	6	6	7	7	7	7
	Inac	vas	644	753	009	265	521	777
	Tota	vas	371	371	331	291	251	211
Social	Acti	vas	8	8	8	8	8	8
	Inac	vas	015	124	340	556	772	988
	Tota	vas	0	0	0	0	0	0
Comercial	Acti	vas	54	5	5	5	5	5
	Inac	vas	3	47	54	61	67	74
	Tota	vas	39	3	3	3	3	3
Industrial	Acti	vas	58	5	5	6	6	6
	Inac	vas	2	86	93	00	06	13
	Tota	vas	2	2	2	2	2	2
Estatad	Acti	vas	1	1	1	1	1	1
	Inac	vas	3	3	3	3	3	3
	Tota	vas	98	9	1	1	1	1
Total EPS	Acti	vas	21	2	2	2	2	2
	Inac	vas	11	1	1	1	1	1
	Tota	vas	9	20	22	25	27	29
Total EPS	Acti	vas	7	7	7	7	8	8
	Inac	vas	287	401	666	931	196	461
	Tota	vas	1	1	1	1	1	1
Total EPS	Acti	vas	432	432	392	352	312	272
	Inac	vas	8	8	9	9	9	9
	Tota	vas	719	833	058	283	508	733

Elaboración:
Propia

Cuadro N° 39: Evolución de volumen facturado de agua potable en la localidad de Azángaro

(m3/año)

Categoría de usuario	Tipo	Año	Año					Año
			ño 0	ño 1	ño 2	ño 3	ño 4	
Doméstico	Con	medidor	4	24 239	48 539	80 839	13 099	45 379
	Sin	medidor	1	19 824	06 517	5 950	5 469	4 946
Social	Con	medidor	0	0	0	0	0	0
	Sin	medidor	0	0	0	0	0	0
Comercial	Con	medidor	5	8 954	9 638	0 319	1 050	1 757
	Sin	medidor	2	0 571	43	95	48	0
Industrial	Con	medidor	3	3	3	3	3	3

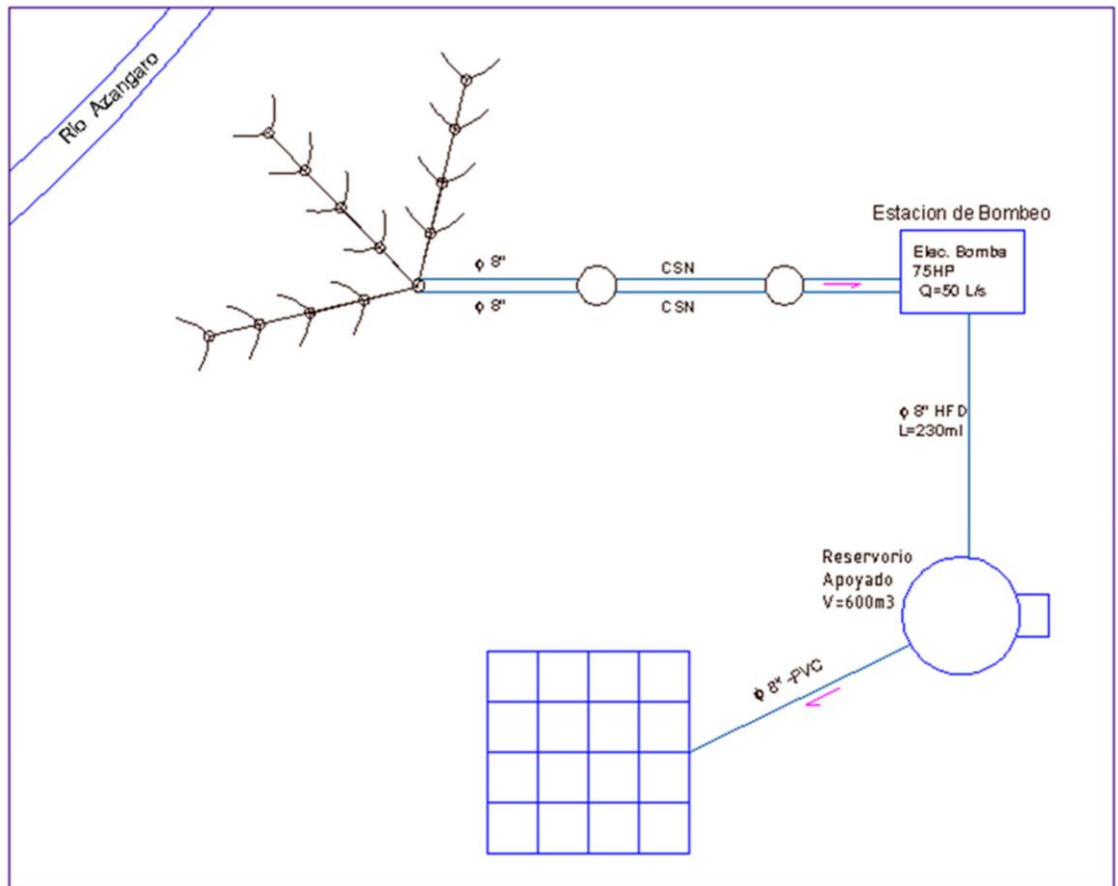


	medidor	16	19	23	26	30	34
	Sin medidor	0	0	0	0	0	0
Estatal	Con medidor	5	1	1	1	1	1
	Sin medidor	7 639	00 047	01 079	02 112	03 145	04 177
	Sin medidor	1	0	0	0	0	0
	medidor	7 064					
Total		6	7	7	7	7	7
localidad		94 857	23 954	26 739	30 042	33 341	36 642

Elaboración: Propia.

LOCALIDAD DE AZÁNGARO SISTEMA EXISTENTE DE AGUA

POTABLE



Fuente: Datos de NOR PUNO, 2013, Elaboración propia.

ANEXO 2

CUADRO N° 1: VIVIENDAS PARTICULARES, POR CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA, SEGÚN ÁREA URBANA Y RURAL; Y TIPO DE VIVIENDA DEL DISTRITO DE AZANGARO. CENSOS NACIONALES 2017. INEI.

Provincia, distrito, área urbana y rural; y tipo de vivienda	Condición de ocupación de la vivienda											
	Ocupada						Desocupada					
	total	total	Con personas ocasionales presentes	De uso personas ausentes	total	En construcción o reparación	En alquiler	En venta	En causa 1/	Abandonada o cerrada	Otra	
DISTRITO AZÁNGARO	12 850	11 842	8 522	1 981	1 339	1 008	3 000	13 002	15 040	8 005	1 003	3 008
Casa independiente	1 081	10 088	7 513	1 783	79 022	72 005	3 000	13 002	40 040	5 005	3 003	2 008
Departamento en edificio	3 003	3 003	3 003	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000
Vivienda en quinta	1 004	14 004	14 004	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000
Vivienda en casa de vecindad	6 005	64 005	60 005	4 004	- 001	- 000	- 000	- 000	- 000	1 001	- 000	- 000
Choza o cabaña	1 946	1 666	93 001	18 009	54 006	28 000	- 000	- 000	72 000	2 002	- 000	8 008
Vivienda improvisada	8 006	6 006	- 000	5 005	1 001	2 002	- 000	- 000	- 000	2 002	- 000	- 000
Local no dest. para hab. Humana	1 001	1 001	1 001	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000
URBANA	7 331	6 795	5 331	1 301	16 003	53 006	1 007	12 006	77 007	3 003	6 006	1 001
Casa independiente	7 241	6 708	5 254	1 292	16 002	53 003	1 007	12 006	74 007	3 003	6 006	1 001
Departamento en edificio	3 003	3 003	3 003	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000
Vivienda en quinta	1 004	14 004	14 004	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000
Vivienda en casa de vecindad	6 005	64 005	60 005	4 004	- 001	- 000	- 000	- 000	- 000	1 001	- 000	- 000
Vivienda improvisada	8 006	6 006	- 000	5 005	1 001	2 002	- 000	- 000	- 000	2 002	- 000	- 000
RURAL	5 519	5 047	3 191	68 000	1 176	47 002	1 003	6 006	38 003	4 004	5 005	1 001
Casa independiente	3 572	3 380	2 259	49 001	63 000	19 002	1 003	6 006	66 006	1 001	- 000	7 007
Choza o cabaña	1 946	1 666	93 001	18 009	54 006	28 000	- 000	- 000	72 000	2 002	- 000	8 008
Local no dest. para hab. Humana	1 001	1 001	1 001	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000	- 000



CUADRO N° 2: VIVIENDAS PARTICULARES, POR ÁREA URBANA Y RURAL Y TIPO DE VIVIENDA DEL DISTRITO DE AZANGARO

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	AREA		R
		U rbana	R ural	
PROVINCIA AZÁNGARO	58 582	085	13	4
Casa independiente	49 665	964	12	3
Departamento en edificio	3		3	-
Vivienda en quinta	20		14	6
Vivienda en casa de vecindad	81		74	7
Choza o cabaña	8 769		-	8
Vivienda improvisada	35		28	7
Local no dest. para hab. humana	9		2	7
DISTRITO AZÁNGARO	12 850	331	7	5
Casa independiente	10 813	241	7	3
Departamento en edificio	3		3	-
Vivienda en quinta	14		14	-
Vivienda en casa de vecindad	65		65	-
Choza o cabaña	1 946		-	1
Vivienda improvisada	8		8	-
Local no dest. para hab. humana	1		-	1

ANEXO 3

CUESTIONARIO

CUESTIONARIO PARA UNA ENCUESTA

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS REALIZADAS A LA POBLACION DE AZANGARO PARA DETERMINAR LA HUELLA HÍDRICA POR CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE AZANGARO

Buenos días/Buenas tardes, estoy realizando una encuesta a la población de la ciudad de Azangaro, para determinar la huella hídrica por consumo de agua potable en las viviendas, a fin de mejorar el servicio de agua potable para la población. Deseo su colaboración, podría contestarme unas preguntas:

I. DATOS GENERALES

1. Nombres y Apellidos y edad
Blanca Chambi Cotarallopa, 29 años
2. Barrio/Urbanización: Ezequiel Urbiola
3. Género
a. Masculino ()
b. Femenino (X)
4. ¿Cuál es su grado de educación?
a. Sin instrucción
b. Primaria
c. Secundaria
d. Técnica (X)
e. Superior
5. ¿Cuál es su ocupación actual?
a. Agricultor
b. Obrero
c. Comerciante
d. Independiente
e. Otro (X)
6. Condición de la vivienda. ¿Su vivienda es?
a. Propia (X)
b. Alquilada
7. ¿Cuenta con energía eléctrica?
a. Si (X)
b. No
8. ¿Cuenta con servicio de agua en su vivienda?
a. Si (X)
b. No
9. ¿Cuántas personas integran su familia?
a. Menores de 1 año -----
b. Entre 1 y 4 años -----
c. Entre 5 y 15 años -----
d. Entre 15 a 30 años -----
e. Mayores de 30 años -----
f. Solo yo -----
Total 6

10. ¿Cuál es el ingreso económico mensual en su hogar?
a. Menor de 100 nuevos soles
b. Entre 100 – 200 nuevos soles
c. Entre 200 – 500 nuevos soles
d. Entre 500 – 1000 nuevos soles
e. Más de 1000 nuevos soles (X)

II. DATOS ESPECIFICOS

11. ¿De dónde proviene el agua que consume la familia?
a. Del río (X)
b. De manantial
c. Otra fuente
12. Considera Ud. ¿El agua que usa es de buena calidad para su consumo?
a. Si (0) (X)
b. No (1)
13. ¿Cuánta agua utiliza aproximadamente en un día?
a. 15 litros
b. 25 litros
c. 35 litros
d. 50 litros
e. Más de 50 litros (X)
14. ¿Cuánta paga Ud. ¿Por el servicio de agua potable actualmente?
a. Menos de 10 nuevos soles
b. Entre 20 – 25 nuevos soles
c. Entre 26 – 30 nuevos soles
d. Entre 31 – 35 nuevos soles
e. Mas de 35 nuevos soles 36.00 (X)
f. No paga

CONSUMO DE AGUA EN LA COCINA – ALIMENTOS

15. ¿Cuántas veces al día lavas tus platos?
a. 2 veces
b. 3 veces
c. 4 veces
d. 5 veces (X)
e. Más de 5 veces
16. ¿Cuánto tiempo corre el agua durante cada lavado?
a. 2 - 5 min.
b. 5 - 10 min. (X)
c. 10 - 20 min.



17. ¿Cuántas veces a la semana/día consumes estos alimentos?
- a. Productos de carne³..... Kg. Por sem.
 - b. Productos de cereales (trigo, arroz, etc)³..... Kg. Por sem.
 - c. Productos lácteos²..... Kg. Por sem.
 - d. Huevos¹⁰..... Numero por semana.
 - e. Verduras⁴..... Kg. Por sem.
 - f. Frutas¹..... Kg. Por sem.
 - g. Raíces almidonadas (patatas, mandioca)³..... Kg. Por sem.
 - h. ¿Cuántas tazas de café tomas al día?³..... taza por día
 - i. ¿Cuántas tazas de té o mate tomas al día?¹..... taza por día

17. ¿Cómo prefiere comer su comida?
- a. Con grasa media
 - b. Bajo en grasa
 - c. Rica en grasa
18. ¿Cómo es su consumo de azúcar y dulces?
- a. Promedio
 - b. Bajo
 - c. Elevado

CONSUMO DE AGUA EN EL BAÑO – ASEO

19. ¿Cuántos inodoros tienes instalados en tu hogar?
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. Más de 4
 - e. Otro
20. ¿Cuántas veces al día utilizas el inodoro en tu hogar?
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. Más de 4
 - e. Otro
21. ¿Cuántas duchas de cada tipo tienes instalados en tu hogar?
- a. De bajo flujo
 - b. Convencionales o estándar
22. ¿Cuántas veces a la semana usas la ducha?
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3 a mas
 - d. Más de 4
 - e. Otro
23. ¿Cuántos minutos tardas en ducharte cada vez?
- a. 3 – 5 min.
 - b. 5 – 10 min.
 - c. 10 – 15 min.
 - d. 15 – 20 min.
 - e. Más de 20 min.

24. ¿Cuántas veces al día te cepillas los dientes?³..... núm. por día
25. ¿Cuántas veces al día te lavas las manos?⁴..... núm. Por día.
26. ¿Cuánto tiempo corre el agua cuando te lavas las manos, cepillas los dientes?³⁻⁵..... min. Por lavado.
27. ¿Usted baja la palanca de su inodoro tras haber orinado?
- a. Claro
 - b. No
 - c. A veces

CONSUMO DE AGUA EN LAVADO DE ROPA

28. ¿Cuántas veces lavas tu ropa a la semana?
- a. En maquina
 - b. A mano².....
29. ¿Cuánto tiempo tardas en enjuagar tu ropa?³⁰..... Min. Por sem.

ANEXO 4

ENCUESTAS REALIZADAS EN EL AREA RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE AZANGARO





ANEXO 5

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Daniel Coyla Sanchez Identificado con DNI N°: 01334580, con CIP 74409, de profesión Ingeniero Civil, desempeñándome actualmente como: **Consultor externo**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado el instrumento de recolección de datos con fines de validación para el proyecto de investigación "EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE Y HUELLA HÍDRICA DEL SECTOR RESIDENCIAL EN VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO – PUNO – 2021", presentado por la bachiller: SARA PILAR VILLANUEVA ALVARADO, de la escuela profesional de: INGENIERIA AGRICOLA.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Cuestionario para determinar la huella hídrica por consumo de agua potable en viviendas de la ciudad Azángaro	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Puno a los 15 días del mes de febrero del 2022.



Nombre: Daniel Coyla Sanchez

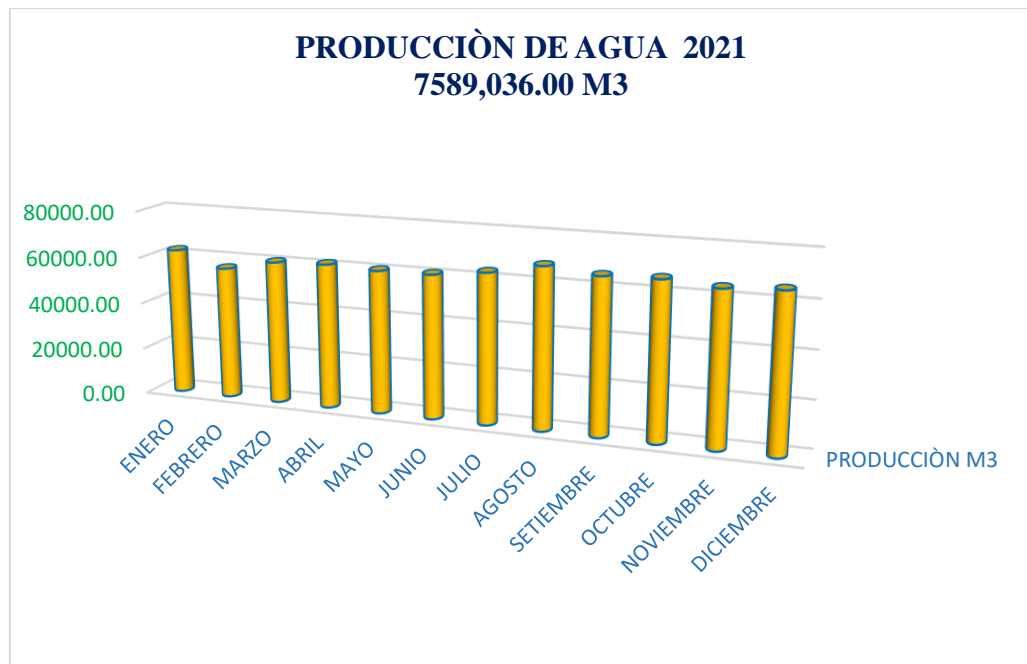
DNI: 01334580

Especialidad: Ingeniero Civil

e-mail: dancoyla@gmail.com

ANEXO 6

PRODUCCIÓN DE AGUA 2021													
ES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PRODUCCIÓN M3	2747.00	6432.00	0825.00	1684.00	0778.00	1006.00	3630.00	8089.50	5848.00	6452.50	4662.00	5882.00	58036.00





ANEXO 7

Caudales medios mensuales (m ³ /s) - Registro histórico completado y extendido													
Río Azángaro						Estación Puente Azángaro							
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
1956	141.67	65.51	74.67	21.13	29.94	24.38	10.69	3.15	2.27	3.12	5.40	16.31	33.20
1957	51.03	170.62	145.00	51.64	20.00	10.67	7.56	7.49	8.05	5.69	7.43	26.53	42.64
1958	220.67	133.59	211.06	43.66	9.55	5.30	2.87	4.16	4.38	4.38	11.82	10.79	55.19
1959	108.30	105.53	103.42	80.49	40.26	16.74	14.71	8.71	8.11	5.46	6.84	18.00	43.05
1960	216.42	176.72	91.20	77.36	48.35	7.06	5.79	6.47	4.41	4.17	13.34	46.70	58.17
1961	82.92	135.49	158.86	94.94	12.55	20.07	10.55	4.31	5.85	3.45	3.24	14.50	43.90
1962	80.24	138.30	202.25	114.28	36.36	24.55	18.02	11.42	8.28	3.99	6.85	15.83	54.86
1963	150.86	186.32	114.19	87.18	23.20	19.65	13.41	11.55	6.58	6.42	7.62	29.99	54.75
1964	80.15	82.22	124.00	72.66	10.73	2.96	4.39	7.60	6.99	4.04	7.41	4.73	32.33
1965	112.63	104.06	148.95	105.52	18.20	4.84	5.74	2.67	4.00	3.34	4.84	9.33	43.66
1966	92.83	73.85	132.81	38.68	27.08	9.29	4.86	7.79	4.58	5.38	8.64	17.58	35.28
1967	39.98	71.87	192.75	40.49	26.52	27.97	10.32	4.27	2.34	4.85	4.20	10.48	36.34
1968	54.39	123.49	163.36	82.10	38.39	44.31	15.43	4.63	3.27	4.26	18.03	35.94	48.97
1969	21.85	127.85	36.86	47.90	16.04	5.13	3.10	2.31	3.19	2.32	3.89	9.86	23.36
1970	97.03	193.04	89.56	75.23	5.79	2.80	2.29	4.11	3.72	1.86	0.96	7.22	40.28
1971	156.51	226.25	91.94	57.05	33.04	6.87	3.41	3.21	4.15	3.85	5.72	22.06	51.17
1972	143.61	113.24	98.64	71.49	30.27	9.57	6.38	7.16	6.58	3.04	10.86	31.83	44.39
1973	146.68	204.59	228.18	110.13	24.55	14.10	9.72	12.65	13.41	8.12	11.29	30.98	67.87
1974	156.72	198.76	240.14	70.77	10.93	6.04	3.57	5.12	4.96	5.09	13.98	8.39	60.37
1975	155.62	216.57	85.27	57.57	40.36	25.10	19.03	13.82	12.02	5.46	14.26	29.17	56.19
1976	120.16	161.46	143.54	55.75	46.18	8.67	5.88	6.06	4.28	3.14	3.50	15.82	47.87
1977	42.41	65.65	165.00	70.51	21.76	13.07	8.69	3.52	2.23	3.15	11.88	25.77	36.10
1978	160.21	145.98	55.73	63.14	13.54	5.65	9.20	3.84	3.59	2.74	7.74	44.68	43.00
1979	166.10	97.39	138.66	104.17	38.19	11.45	7.12	9.52	5.31	4.18	6.94	12.81	50.15
1980	99.31	168.98	172.57	87.38	21.06	8.33	3.35	3.36	3.18	4.55	5.13	9.45	48.90
1981	93.30	185.10	240.18	75.31	10.45	5.83	3.21	2.99	2.35	3.47	11.57	43.05	56.40
1982	304.55	66.30	157.30	130.05	29.46	3.90	2.02	2.50	3.20	5.64	32.68	65.23	66.90
1983	29.05	121.11	86.73	41.20	16.88	26.85	12.21	2.05	1.89	2.20	2.43	8.14	29.23
1984	132.28	278.26	167.49	100.50	17.25	6.10	5.82	10.79	6.25	5.89	20.02	56.60	67.27
1985	174.16	153.44	191.01	124.88	56.58	21.68	11.45	5.94	11.23	13.59	22.21	27.37	67.79
1986	130.66	346.70	162.89	100.96	41.16	40.80	19.68	15.19	12.48	4.59	12.44	15.75	75.28
1987	234.52	121.75	56.00	35.77	12.24	3.72	3.21	1.45	2.98	2.30	2.89	9.54	40.53
1988	46.82	92.69	239.37	116.62	48.28	15.93	10.81	3.93	4.73	6.79	6.04	11.13	50.26
1989	89.56	93.50	122.69	82.22	15.96	8.56	8.21	5.43	6.02	3.91	8.22	36.07	38.36
1990	24.88	51.67	75.49	56.19	17.78	6.40	5.85	7.16	3.29	4.51	21.13	34.63	25.75
1991	66.08	112.32	72.97	113.53	14.54	8.94	3.88	3.04	3.27	2.87	9.37	30.30	36.76
1992	249.97	84.04	141.09	80.32	5.50	4.18	3.54	4.37	3.94	1.54	1.30	6.26	47.17
1993	52.25	66.96	110.97	103.55	28.67	25.30	13.02	11.04	8.70	9.40	30.14	84.52	45.38
1994	121.69	194.64	66.70	129.07	21.37	8.88	7.19	7.19	7.06	5.56	29.59	60.39	54.94
1995	91.42	62.01	145.89	64.92	21.01	9.00	8.29	7.70	6.64	6.57	9.73	20.20	37.78
1996	90.57	123.27	93.29	66.20	27.41	15.71	14.69	10.26	7.77	7.93	19.21	45.71	43.50
1997	122.90	167.23	144.27	127.03	15.37	6.57	5.84	6.04	5.09	6.37	17.96	71.21	57.99
1998	154.01	81.02	125.75	89.55	43.94	7.35	5.56	1.64	2.65	3.86	8.15	3.92	43.93
1999	78.76	72.76	240.88	82.91	18.67	18.41	10.31	4.36	4.36	4.00	8.35	39.93	46.98
2000	74.04	92.39	66.04	29.89	7.78	2.76	2.62	3.54	4.87	4.39	5.66	15.11	25.76
2001	237.46	133.74	128.93	68.89	41.61	27.53	18.17	12.40	5.65	4.23	8.46	20.99	58.99
2002	56.24	129.45	145.17	80.30	39.98	9.04	12.78	9.65	3.26	14.38	28.60	61.51	49.20
2003	120.57	136.17	161.06	96.04	27.89	19.98	8.05	5.75	3.86	5.01	27.12	36.95	54.04
2004	171.85	216.25	48.75	32.09	14.29	5.69	5.98	6.23	3.97	4.36	5.08	17.64	44.60
2005	28.42	138.08	85.44	18.16	7.80	5.00	5.14	3.91	3.33	5.75	7.94	11.23	26.68
2006	138.63	80.14	27.23	85.36	8.88	5.53	4.28	4.42	3.36	3.33	7.09	19.68	32.33
2007	58.38	58.20	116.73	69.36	19.63	5.82	5.04	3.55	3.79	3.02	5.37	7.70	29.72
2008	126.10	164.13	66.29	14.50	33.72	13.22	5.03	1.50	2.33	2.49	4.09	6.24	36.64
2009	106.10	84.90	229.23	55.75	14.06	8.58	11.31	3.37	4.15	4.21	3.56	24.19	45.78
2010	85.09	140.43	42.39	54.00	37.68	11.50	4.76	2.84	1.90	2.14	2.51	8.99	32.83
2011	24.58	63.88	158.56	93.69	12.87	15.16	5.85	4.72	6.69	9.88	17.80	24.23	36.49
2012	154.83	168.00	173.56	94.84	19.67	11.59	9.32	3.57	3.50	3.43	6.01	13.20	55.13
2013	101.43	293.15	247.29	87.59	40.89	5.97	7.18	13.51	11.59	6.48	8.14	12.01	69.60
2014	117.87	129.69	86.91	144.57	14.41	2.55	2.27	2.47	3.24	5.60	6.49	24.82	45.07
2015	213.62	139.97	99.83	145.07	23.13	16.79	8.46	8.10	8.57	3.94	9.17	20.93	58.13
2016	40.95	112.21	23.43	49.06	7.54	7.93	7.01	5.93	4.01	7.80	7.99	23.88	24.81
2017	64.64	34.16	104.22	68.20	33.49	15.91	6.49	5.99	8.56	2.60	2.23	10.51	29.75
2018	56.74	94.10	132.44	19.95	43.40	16.59	13.90	6.05	8.86	6.84	18.77	28.06	37.14
Prom.	113.07	132.88	130.07	75.06	24.98	12.47	8.01	6.02	5.32	4.87	10.43	24.80	45.86
Dist. Est.	82.38	61.08	58.16	31.47	13.37	8.96	4.48	3.39	2.75	2.43	7.65	17.76	12.32
Máxima	304.55	346.70	247.29	145.07	58.39	44.31	19.68	15.19	13.41	14.38	32.68	84.52	75.28

ANEXO 8

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-055	
Registro N° LE-055		
INFORME DE ENSAYOS N° 3862-2019 PÁGINA 1 DE 4		
SOLICITANTE	: E.P.S. NOR PUNO S.A.	
DIRECCIÓN	: JR. MANUEL NUÑEZ BUTRON NRO. 446 CERCADO (SALIDA A ASILLO) PUNO - AZANGARO - AZANGARO	
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA RESIDUAL	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido muy turbio.	
CODIFICACIÓN / MARCA	: Efuyente PTAR/UTM: 19L 0371990, 8343089, 3854 (H-5)	
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Ninguno	
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 7600 mL. (MB: 01 envase vidrio de 1000mL, 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000mL; FQ: 01 envase vidrio de 1000mL, 01 envase PE de 1000mL, 07 envases PE de 500mL c/u, 01 envase PE de 100mL)	
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.7°C.	
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Muestreada y Transportada por BHIOS LABORATORIOS	
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)	
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada	
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada	
CONTRATO N°	: 1312-2019	
FECHA DE RECEPCIÓN	: 21/08/2019	
CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:	<ul style="list-style-type: none">· El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.· No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.· En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.· En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.· Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.· El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.· BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.· El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.· Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.· Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.	
<small>PRP-09-F-05-E Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 4</small>		
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com		

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3862 - 2019
PÁGINA 2 DE 4

DETALLE DE LA TOMA DE MUESTRA

PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : 0335-2019 / BHIOS-IM-008
REGISTRO DE MUESTREO N° : 0335-19-05
FECHA Y HORA DEL MUESTREO : 21/06/2019 11:00 hrs.
DIRECCIÓN DEL MUESTREO : II Chana Jilhuasta-PTAR-Azángaro-Azángaro-Puno
AREA / PUNTO DEL MUESTREO : Efluente PTAR/UTM: 19L 0371960, 8343089, 3854
CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura (°C) en campo: 10.2 código equipo: E-533
OBSERVACIONES DE TOMA DE MUESTRA : Ninguna

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Efluente PTAR/UTM: 19L 0371960, 8343089, 3854 (H-4)	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	148	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Totales**	14000000	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	11000000	NMP/100mL
MB	Detección de Vibrio cholerae*	Ausencia	en 100mL
MB	Detección de Salmonella spp.*	Ausencia	en 100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -N)*	18.7	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₂ -N)*	< 0.002	mg/L
FQ	Nitrógeno (Amónico) (NH ₄ -N)*	< 0.02	mg/L
FQ	Nitrógeno Total*	129.80	mg/L
FQ	pH	8.1	U de pH
FQ	Sólidos Disueltos Totales	1030	mg/L
FQ	Sólidos Suspendedos Totales	130	mg/L
FQ	Sulfato (SO ₄ -S)*	30.17	mg/L
FQ	Sulfuro (S ⁻² -S)*	10870	ppm
FQ	Temperatura	10.2	°C
FQ	Elemento P*	17.0	mg/L
FQ	Cromo Hexavalente*	0.236	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	779	mg/L
FQ	Sólidos Sedimentables	< 0.1	mL/L/h
FQ	Aceites y Grasas	12.1	mg/L
FQ	Cianuro Total*	< 0.01	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
µg/L : Microgramos por litro
°C : Grados Celsius
U de pH : Unidades de pH
mL/L/h : Mililitros por litro por hora
en 100mL : En 100 mililitros
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "*" indica menor al límite de detección del método

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Coliformes Totales, Fecales y E. coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5000. 5210-5 Biochemical Oxygen Demand (BOD); 5 day BOD Test, Pag. 5-2 e 5-7, 22nd Ed. 2012.

Numeración de Coliformes totales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 2000. 9221-5 Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group; Standard Total Coliform Fermentation Technique, Pag 1 e 4, 22nd Ed. 2012.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes
Termotolerantes o Fecales
Detección de Vibrio cholerae

Detección de Salmonella spp.

Nitrato (NO₃⁻)
Nitrilo (NO₂⁻)
Nitrógeno (Amónico) (NH₄-N)
Nitrógeno Total

pH
Sólidos Disueltos Totales

Sólidos Suspendedos Totales

Sulfato (SO₄⁻²)

Sulfuro (S⁻²)
Temperatura
Elemento P

Cromo Hexavalente

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Sólidos Sedimentables

Aceites y Grasas

Cianuro Total

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9200. 9221-E Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure Pag 9 a 10. 22nd Ed. 2012.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9200. 9205-H Detection of Pathogenic Bacteria: Vibrio cholerae. Pag 9-123 a 9-125. 21st Ed. 2005.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9200. 9205-B Detection of Pathogenic Bacteria: Salmonella. Pag 3-7 22nd Ed. 2012.
- Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag 591. 4th Ed. Rev 2.
- Water Analysis Handbook HACH. Nitrite. Method 8537: Diazotization Method. Pag 621. 4th Ed. Rev 2.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Method 4500-NH₃. Nitrogen (Ammonia). 22nd Ed.
- BHOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
- Environmental Protection Agency. Method 150.1. pH (Electrometric). 1999.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 2000. Method 2540-C. Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180°C. Pag 3. 22nd Ed. 2012.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2540-D. Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C. Pag 4. 22nd Ed. 2012.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000 Method 4500-8042-E. Sulfate Turbidimetric Method. Pag 3 a 4. 22nd Ed. 2012.
- Water Analysis Handbook HACH. Sulfide. Method 8131: Methylene Blue Method. Pag 589. 4th Ed. Rev 2.
- Norma Técnica Peruana: 214.050 : 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en aguas.
- Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8640: Phos/Van 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag 805. 4th Ed. Rev 2.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method 3500-Cr-6. Chromium. Colorimetric Method. Pag 1-3. 22nd Ed. 2012.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5220 D Chemical Oxygen Demand (COD) Closed Reflux, Colorimetric Method. 23rd Ed. 2017.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2540 F. Solids, Settleable Solids. Pag 5 a 6. 22nd Ed. 2012.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000 Method 2510-B Conductivity Laboratory Method. 23rd Ed. 2017.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000 Method 4500-CN-J Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method. Pag 1-22 22nd Ed. 2012.

Metales Totales (VMA)

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL		UNIDADES
		Efuyente PTARUTM: 19L 0371960, 8343088, 3854 (H-5)		
FQ	Al (Aluminio)*		0.18	mg/L
FQ	As (Arsénico)*		0.00620	mg/L
FQ	B (Boro)*		0.896	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)*		0.00008	mg/L
FQ	Cr (Cromo)*		0.00145	mg/L
FQ	Cu (Cobre)*		0.007	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)*		<0.0005	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)*		0.1531	mg/L
FQ	Ni (Níquel)*		0.0032	mg/L
FQ	Pb (Plomo)*		0.0008	mg/L
FQ	Zn (Zinc)*		0.057	mg/L

ABREVATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "*" indica menor al límite de detección del método

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Coliformes Totales, Fecales y E. coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.



BHIOS
LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 3862- 2019
PÁGINA 4 DE 4

MÉTODOS UTILIZADOS :
Metales Totales (VMA) : Environmental Protection Agency, Method 8026A, Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, Revision 1.0 12007

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 21/08/2019 al 31/08/2019
MB 21/08/2019 al 31/08/2019

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 02/09/2019


Bijo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-06-F-05-06 Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAD / Aprobado por: GG Página 4 de 4

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Sara Pilar Villanueva Alvarado,
identificado con DNI 44 256945 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agrícola

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA DEL CONSUMO DE AGUA
POTABLE SECTOR RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE
AZÁNGARO - PUNO. "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de abril del 20 24


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Sara Pilar Villanueva Alvarado,
identificado con DNI 44256915 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agrícola
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" ESTIMACIÓN DE HUELLA HÉDRICA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE
SECTOR RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE AZANGARO - PUNO
"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de abril del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella