



# UNIVERSIDAD NACIONAL “SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

---

## ESCUELA DE POSTGRADO

### FACTORES ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES DETERMINANTES DEL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH, 2021

Tesis para optar el grado de Doctor

en Economía

**YONY EDWIN RODRIGUEZ MINAYA**

Asesor: **Dr. JORGE TEOFILO MANRIQUE CÁCERES**

Huaraz - Ancash - Perú

2024

Nº de Registro: **TE116**





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
ESCUELA DE POSTGRADO

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis Doctoral, que suscriben, reunidos en acto público en el Auditorio de la Escuela de Postgrado, de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" para calificar la Tesis presentada por el:

Maestro : **RODRIGUEZ MINAYA YONY EDWIN**

Título : **FACTORES ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES DETERMINANTES DEL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH, 2021**

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones finales, lo declaramos:

APROBADO, con el calificativo de Califica (14)

De conformidad con el Reglamento General a la Escuela de Postgrado y Reglamento de Normas y Procedimientos para optar los Grados Académicos de Maestro y Doctor, queda en condición de ser aprobado por el Consejo de la Escuela de Postgrado y recibir el Grado Académico de Doctor en **ECONOMÍA** a otorgarse por el Honorable Consejo Universitario de la UNASAM.

Huaraz, 29 de noviembre del 2023

  
Dr. Hermenegildo Maximo Mena-Melgarejo  
PRESIDENTE

  
Dr. Félix Antonio Lirio Loli  
SECRETARIO

  
Dr. Carlos Alberto Gonzales Mautino  
VOCAL

  
Dr. Jorge Teófilo Manrique Cáceres  
Asesor

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
ANEXO 1  
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Factores Económicos, Sociales y Ambientales Determinantes del Nivel de Consumo de Agua Potable de la Ciudad de Huaraz, Ancash, 2021 +

Presentado por: Yony Edwin Rodriguez Minaya

con DNI N°: 44720968

para optar el Grado de Doctor en:

Economía

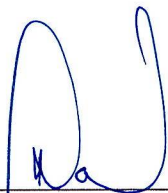
Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 13% de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud para trabajos de investigación, tesis posgrado, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 11, inc 2 y 3)**

Porcentaje	Evaluación y acciones	Marque Con una X
Del 1 al 20%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	X
Del 21 al 30%	Devolver al autor para las correcciones y se presente nuevamente el trabajo en evaluación.	
Mayores al 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes; sin perjuicio de las sanciones administrativas que corres andan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de **Asesor responsable**, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 16/02/2024



FIRMA  
Apellidos y Nombres: Manrique Cáceres Jorge Teofilo

DNI N°: 31605570

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

## MIEMBROS DEL JURADO

*Doctor* Maximo Hermenegildo Mena Melgarejo

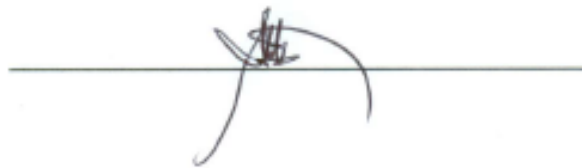
Presidente



A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Mena Melgarejo'.

*Doctor* Félix Antonio Lirio Loli

Secretario



A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Lirio Loli'.

+

*Doctor* Carlos Alberto Gonzales Mautino

Vocal



A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Gonzales Mautino'.

## ASESOR

*Doctor Jorge Teofilo Manrique Cáceres*



## AGRADECIMIENTO

A todos mis profesores del Post Grado, quienes contribuyeron en mi formación profesional y me brindaron su sabiduría y experiencia en el tiempo de preparación del doctorado.

Mi Agradecimiento al Dr. Jorge T. Manrique Cáceres, por su acompañamiento, paciencia y conocimiento que me brindo durante todo el proceso de la elaboración de la tesis.

Agradecimiento a la escuela de Post Grado por brindarme la infraestructura necesaria para poder completar mi formación profesional.

A mis padres, Zenon Rodriguez Mejia y Eustaquia Minaya Minaya, por brindarme su cariño y amor inmenso día a día y por representar un referente en mi formación profesional.

A mi compañera de vida, por brindarme su amor incondicional y la paciencia durante el desarrollo de la tesis.

A mis hermanos y hermanas, por brindarme su apoyo incondicional para poder seguir en mi formación profesional.



## INDICE

Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>Capítulo I.....</b>	<b>4</b>
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	4
1.2 Objetivos .....	9
1.3 Justificación.....	10
1.4 Delimitación .....	12
1.5 Limitaciones de la investigación .....	12
<b>Capítulo II.....</b>	<b>13</b>
MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Antecedentes.....	13
2.2 Bases filosóficas y epistemológicas .....	18
2.3 Bases teóricas .....	19
2.4 Definición de términos .....	64
2.5 Hipótesis.....	68
2.6 Variables.....	68
<b>Capítulo III.....</b>	<b>71</b>
METODOLOGÍA .....	71
3.1 Tipo de investigación .....	71



3.2	Diseño de investigación.....	71
3.3	Población y muestra .....	72
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	74
3.5	Plan de procesamiento y análisis estadístico de datos.....	76
	<b>Capítulo IV.....</b>	<b>78</b>
	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>78</b>
4.1	Presentación de resultados.....	78
4.2	Prueba de hipótesis .....	135
4.3	Discusión de resultados .....	161
	Conclusión .....	192
	Recomendaciones.....	196
	Referencias Bibliográficas .....	198
	Anexos .....	222

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Distribución de la población con acceso a los servicios de agua potable 2013 - 2019 .....	5
<b>Figura 2</b> Distribución de la población sin acceso a los servicios de agua potable 2013 – 2019.....	5
<b>Figura 3</b> Distribución de cobertura de agua potable en las provincias de Ancash 2019.....	6
<b>Figura 4</b> Producción per cápita de agua potable en el Perú 2003 - 2013.....	8
<b>Figura 5</b> Ubicación del uso del agua, en el mapa de bienes públicos y privados	24
<b>Figura 6</b> Curva de la demanda de un bien.....	40
<b>Figura 7</b> La pérdida de eficiencia social (PES) en presencia de monopolio.....	44
<b>Figura 8</b> Monopolio natural .....	46
<b>Figura 9</b> El costo medio y las economías de escala .....	46
<b>Figura 10</b> La demanda en el caso de monopolio natural uniprodueto .....	47
<b>Figura 11</b> Dilema de eficiencia .....	50
<b>Figura 12</b> Subsidio como parte de la solución del primer mejor .....	51
<b>Figura 13</b> Precio y cantidad regulada.....	52
<b>Figura 14</b> Programa de precios marginales bajo precios por bloques y curva de demanda .....	54
<b>Figura 15</b> Precio y cantidad regulada.....	55
<b>Figura 16</b> Maximización de la utilidad con precios crecientes por bloque.....	56
<b>Figura 17</b> Grafica de sedimentación .....	108
<b>Figura 18</b> Asociación de las variables con los factores .....	112
<b>Figura 19</b> Modelo de las ecuaciones estructurales para las variables latentes...	114

<b>Figura 20</b> Dendograma para datos cuantitativos.....	118
<b>Figura 21</b> Dendograma para datos cuantitativos y cualitativos .....	119
<b>Figura 22</b> Dendograma para cálculo de clústers de datos cuantitativos .....	120
<b>Figura 23</b> Agrupación de los clústers de datos cuantitativos .....	122
<b>Figura 24</b> Dendograma para cálculo de clústers de datos cuantitativos y cualitativos .....	123
<b>Figura 25</b> Silueta para datos cuantitativos .....	124
<b>Figura 26</b> Promedio de las distancias para los datos cuantitativos .....	125
<b>Figura 27</b> Silueta para datos cuantitativos y cualitativos.....	126
<b>Figura 28</b> Dispersión para datos cuantitativos y cualitativos.....	127
<b>Figura 29</b> Promedio de las distancias para datos cuantitativos y cualitativos ...	128
<b>Figura 30</b> Procedencia del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos .....	129
<b>Figura 31</b> Grado de instrucción del jefe con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos .....	130
<b>Figura 32</b> Condición del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos .....	131
<b>Figura 33</b> Tamaño del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos .....	132
<b>Figura 34</b> Actividad laboral del jefe del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos .....	133
<b>Figura 35</b> Correlación de las variables que influyen en el nivel de consumo de agua potable.....	137
<b>Figura 36</b> Modelo inicial de árbol de decisión.....	148

<b>Figura 37</b> Modelo sobreajustado debido a los nodos terminales .....	150
<b>Figura 38</b> Diagrama de complejidad .....	152
<b>Figura 39</b> Modelo final después de la poda con $CP=0.0152$ .....	153
<b>Figura 40</b> Modelo inicial de árbol de decisión.....	155
<b>Figura 41</b> Modelo sobreajustado debido a los nodos terminales .....	157
<b>Figura 42</b> Diagrama de complejidad.....	159
<b>Figura 43</b> Modelo final después de la poda con $CP=0.0279$ .....	160

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cantidad de muestra para el distrito de Huaraz .....	73
<b>Tabla 2</b> Cantidad de muestra para el distrito de Independencia.....	73
<b>Tabla 3</b> Indicadores de la variable independiente .....	78
<b>Tabla 4</b> Resumen de las variables e indicadores .....	80
<b>Tabla 5</b> Estadístico descriptivo de los indicadores sociodemográficos de la variable social .....	81
<b>Tabla 6</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de características del hogar de la variable factor social .....	82
<b>Tabla 7</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de características tecnológicas de la variable factor social.....	84
<b>Tabla 8</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de conducta del usuario de la variable factor social .....	84
<b>Tabla 9</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de la variable factor económico .....	86
<b>Tabla 10</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de la variable factor ambiental .....	87
<b>Tabla 11</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de la variable niveles de consumo de agua potable .....	87
<b>Tabla 12</b> Estadístico descriptivo de los indicadores sociodemográficos de la variable factor social .....	88
<b>Tabla 13</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de características del hogar de la variable factor social .....	89
<b>Tabla 14</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de características tecnológicas de la variable factor social.....	91

<b>Tabla 15</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de conducta del usuario de la variable factor social .....	92
<b>Tabla 16</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de la variable factor económico .....	93
<b>Tabla 17</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de la variable factor ambiental .....	94
<b>Tabla 18</b> Estadístico descriptivo de los indicadores de la variable niveles de consumo de agua .....	95
<b>Tabla 19</b> Alfa de Cronbach y coeficiente omega de McDonald para los datos de Huaraz .....	96
<b>Tabla 20</b> Alfa de Cronbach y coeficiente omega de McDonald para los datos de Independencia .....	96
<b>Tabla 21</b> Agrupación de los indicadores con características similares .....	99
<b>Tabla 22</b> Variables cualitativas nominales.....	100
<b>Tabla 23</b> Indicadores con frecuencias al 75% en una sola categoría .....	101
<b>Tabla 24</b> MSA e intervalo de confianza al 95%.....	102
<b>Tabla 25</b> Variables depuradas para el análisis factorial exploratorio.....	103
<b>Tabla 26</b> Matriz de correlación de las variables.....	105
<b>Tabla 27</b> Valores del test de Bartlett .....	106
<b>Tabla 28</b> Valores de MSA en la prueba de KMO .....	106
<b>Tabla 29</b> Autovalores calculados por el análisis paralelo de Horton .....	107
<b>Tabla 30</b> Cantidad de factores retenidos .....	109
<b>Tabla 31</b> Factores extraídos mediante la metodología de componente principal .....	110

<b>Tabla 32</b> Varianza total explicada de los indicadores .....	111
<b>Tabla 33</b> Definición de las variables latentes de la investigación.....	112
<b>Tabla 34</b> Indicadores de validación del modelo.....	115
<b>Tabla 35</b> Factores para determinar los clústers para datos cuantitativos .....	121
<b>Tabla 36</b> Valores promedios de las distancias para datos cuantitativos.....	125
<b>Tabla 37</b> Valores promedios de las distancias para datos cuantitativos y cualitativos .....	127
<b>Tabla 38</b> Factores del modelo lineal múltiple de la ciudad de Huaraz .....	138
<b>Tabla 39</b> Indicadores de ajuste del modelo de la ciudad de Huaraz .....	138
<b>Tabla 40</b> Factores del modelo lineal múltiple de la ciudad de Independencia...	139
<b>Tabla 41</b> Indicadores de ajuste del modelo de la ciudad de Independencia.....	139
<b>Tabla 42</b> Factores del modelo logístico.....	140
<b>Tabla 43</b> Factores del modelo logístico con variables representativos .....	141
<b>Tabla 44</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	141
<b>Tabla 45</b> Confiabilidad del modelo logístico .....	142
<b>Tabla 46</b> PseudoR2 .....	142
<b>Tabla 47</b> Prueba de Fittet .....	142
<b>Tabla 48</b> Efecto marginal del modelo .....	143
<b>Tabla 49</b> Factores del modelo logístico.....	143
<b>Tabla 50</b> Factores del modelo logístico con variables representativos .....	144
<b>Tabla 51</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	145
<b>Tabla 52</b> Confiabilidad del modelo logístico con variables representativos.....	145
<b>Tabla 53</b> PseudoR2 .....	145
<b>Tabla 54</b> Prueba de Fittet .....	146



<b>Tabla 55</b> Efecto marginal del modelo .....	146
<b>Tabla 56</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	148
<b>Tabla 57</b> Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones .....	149
<b>Tabla 58</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	150
<b>Tabla 59</b> Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones .....	151
<b>Tabla 60</b> Datos de la complejidad (CP) del modelo para la poda.....	151
<b>Tabla 61</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	153
<b>Tabla 62</b> Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones podado.....	154
<b>Tabla 63</b> Grado de importancia de las variables en el modelo.....	154
<b>Tabla 64</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	155
<b>Tabla 65</b> Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones .....	156
<b>Tabla 66</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	157
<b>Tabla 67</b> Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones .....	158
<b>Tabla 68</b> Datos de la complejidad (CP)del modelo para la poda.....	158
<b>Tabla 69</b> Cantidad de datos que predice el modelo.....	160
<b>Tabla 70</b> Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones podado.....	161
<b>Tabla 71</b> Grado de importancia de las variables en el modelo.....	161

## RESUMEN

La problemática abordada en esta investigación tiene como propósito aportar evidencia empírica al debate sobre la gestión del suministro de agua potable, centrándose en la gestión de la demanda desde una perspectiva económica. El objetivo planteado busca explicar en qué medida los factores económicos, sociales y ambientales determinan los niveles de consumo de agua.

La metodología propuesta, implica el uso de técnicas multivariantes como el análisis factorial y el análisis de conglomerados. A través de la formulación del modelo lineal múltiple, modelo logístico multinomial y modelo de árbol de decisión, se llevó a cabo el análisis de los datos con el propósito de evaluar los principales factores que inciden en los niveles de consumo de agua potable en la ciudad de Huaraz e Independencia.

Los resultados obtenidos a través del análisis multivariante y la aplicación de diversos modelos estadísticos indican que, en la ciudad de Huaraz, el factor social relacionado con el número de aparatos sanitarios es el determinante de mayor influencia. Por otro lado, en la ciudad de Independencia, se observa una influencia significativa del factor económico, con valores notables. Por ende, es esencial considerar estos factores al gestionar de manera efectiva la demanda. Es importante mencionar, que el precio del volumen de agua no ejerce una influencia significativa en los niveles de consumo. Este fenómeno se atribuye a la estructura tarifaria de la empresa y a la asimetría de información, aspectos que, según los resultados, deberían ser revisados para lograr un manejo más óptimo.

**Palabras claves:** Nivel de consumo de agua potable, Factor social, Factor económico, Factor Ambiental.

## ABSTRACT

The purpose of the problem addressed in this research is to provide empirical evidence to the debate on the management of drinking water supply, focusing on demand management from an economic perspective. The stated objective seeks to explain to what extent economic, social and environmental factors determine water consumption levels.

The proposed methodology, involves the use of multivariate techniques such as factor analysis and cluster analysis. Through the formulation of the multiple-linear model, multinomial logistic model and decision tree model, the data analysis was carried out with the purpose of evaluating the main factors that affect the levels of drinking water consumption in the cities of Huaraz and Independencia.

The results obtained through multivariate analysis and the application of various statistical models indicate that, in the city of Huaraz, the social factor related to the number of sanitary devices is the most influential determinant. On the other hand, in the city of Independencia, a significant influence of the economic factor is observed, with notable values. Therefore, it is essential to consider these factors when effectively managing demand. It is important to mention that the price of the volume of water does not have a significant influence on consumption levels. This phenomenon is attributed to the company's tariff structure and the asymmetry of information, aspects that, according to the results, should be reviewed to achieve more optimal management.

**Keywords:** Level of drinking water consumption, Social factor, Economic factor, Environmental factor.

## INTRODUCCIÓN

La investigación propuesta aborda la problemática de la gestión del suministro de agua potable, con un enfoque específico en el estudio de la demanda desde una perspectiva económica. En muchos estudios, la atención se ha centrado principalmente en la oferta, es decir, en la capacidad de abastecimiento de una fuente. Cuando surge un déficit en el suministro, las estrategias técnicas y políticas suelen orientarse únicamente hacia este aspecto. Sin embargo, en la actualidad, debido al cambio climático, las reservas de recursos hídricos están disminuyendo de manera constante, y en los últimos años, esta situación ha alcanzado niveles críticos en algunas regiones, generando preocupación entre la población.

Por tanto, al abordar la gestión del suministro de agua potable, es esencial considerar no solo el lado de la oferta, sino también analizar detenidamente la demanda. Esto nos permitirá comprender cómo llevar a cabo una gestión más adecuada del suministro de agua potable desde la perspectiva de la demanda. Esto, a su vez, nos proporcionará una visión más integral y nos permitirá proponer políticas más eficaces en beneficio de la población y la preservación de los recursos naturales.

En la revisión bibliográfica, se encuentra un conjunto de discusiones empíricas y teóricas, acerca de los principales factores que influyen en el consumo de agua a nivel mundial. La mayoría de las investigaciones coinciden en que los determinantes principales son factores sociales, que abarcan una serie de indicadores, tales como las características del hogar, los niveles de educación, el tipo de vivienda, las condiciones tecnológicas y las actitudes de los consumidores,

entre otros. Además, identifica factores económicos y ambientales como determinantes clave.

Sin embargo, es importante destacar que diversas investigaciones resaltan que la importancia relativa de cada uno de estos factores puede variar de una localidad a otra o de un país a otro debido a las particularidades de la población, la economía y las condiciones ambientales únicas de cada región. Por lo tanto, existe una oportunidad valiosa para llevar a cabo esta investigación en la ciudad de Huaraz, ya que hasta el momento no se han realizado estudios de este tipo en esta zona. Este estudio se convertirá en uno de los primeros en proporcionar evidencia empírica que permitirá comprender el comportamiento del consumo de agua potable en estas ciudades. Los resultados obtenidos podrán servir como base para la formulación de políticas más eficaces en beneficio de la población y la preservación de los recursos naturales en esta área.

Para abordar la problemática, se planteó el análisis de los datos mediante técnicas multivariantes, con el fin de lograr una interacción adecuada entre las variables. Como primer paso, se consideró el análisis factorial exploratorio, una técnica multivariante que busca reducir la cantidad de variables al identificar variables latentes. Esto resultó esencial, dado que se recolectaron alrededor de 75 variables. El segundo paso, consistió en el análisis factorial confirmatorio, que permite validar los factores identificados en el análisis factorial exploratorio.

Posteriormente, se procedió con el análisis de conglomerados, con el propósito de segmentar los datos e identificar distintos niveles de consumo. Como parte final de la metodología, se planteó la aplicación de varios modelos estadísticos para evaluar cuál de ellos se adecuaba mejor a las características de los datos encontrados. Esta

secuencia de análisis permitió un enfoque completo y riguroso para abordar la problemática de estudio

El documento presenta en el Capítulo I, la identificación de la problemática de investigación, así como los objetivos y la justificación. En el Capítulo II contiene todo el sustento teórico de la investigación, como son los antecedentes, marco teórico y la definición de términos. El Capítulo III, presenta la parte metodológica de la investigación, como es el tipo, nivel y diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y plan de procesamiento y análisis estadístico. El Capítulo IV contiene los resultados y la discusión de la investigación, mediante el análisis multivariante de los datos recolectados a través de una encuesta.

## Capítulo I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento y formulación del problema

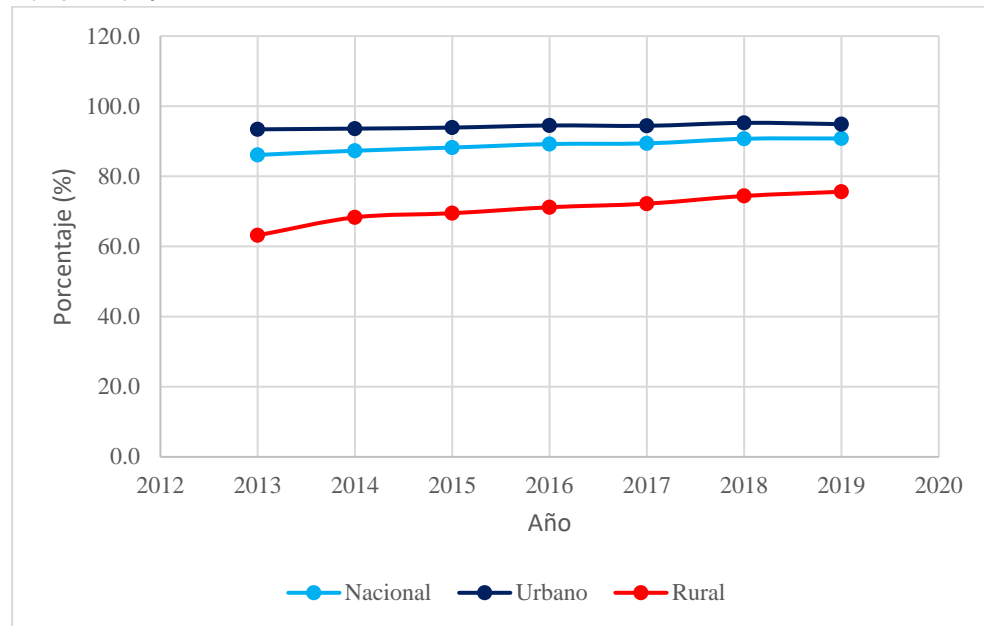
La OMS y UNICEF (2017), indican que el 71% de la población mundial (5200 millones de personas) utiliza un servicio de suministro de agua potable gestionada de forma segura, el 89% de la población mundial (6500 millones de personas) utiliza al menos un servicio básico, alrededor de 3 de cada 10 personas (2100 millones) carecen de agua potable disponible para el hogar y 6 de cada 10 personas (4500 millones) carecen de un saneamiento seguro en todo el mundo, de aquí al 2025, la mitad de la población vivirá en zonas con escasez de agua.

El INEI (2020) informa que el acceso a los servicios de agua potable desde el año 2013 al 2019, ha registrado un incremento de 4.7% a nivel nacional, teniendo un aumento de 1.5% en el área urbana, mientras que el área rural tuvo un incremento de 12.4%. Estos resultados reflejan que existe mucho trabajo por hacer, ya que a nivel nacional todavía existe una brecha de 9.2% de la población sin acceso al servicio de agua potable el cual está distribuido en el área urbana con un 5.1% y en el área rural con 24.4% para el año 2019, tal como se muestra en la Figura 1 y Figura 2.



**Figura 1**

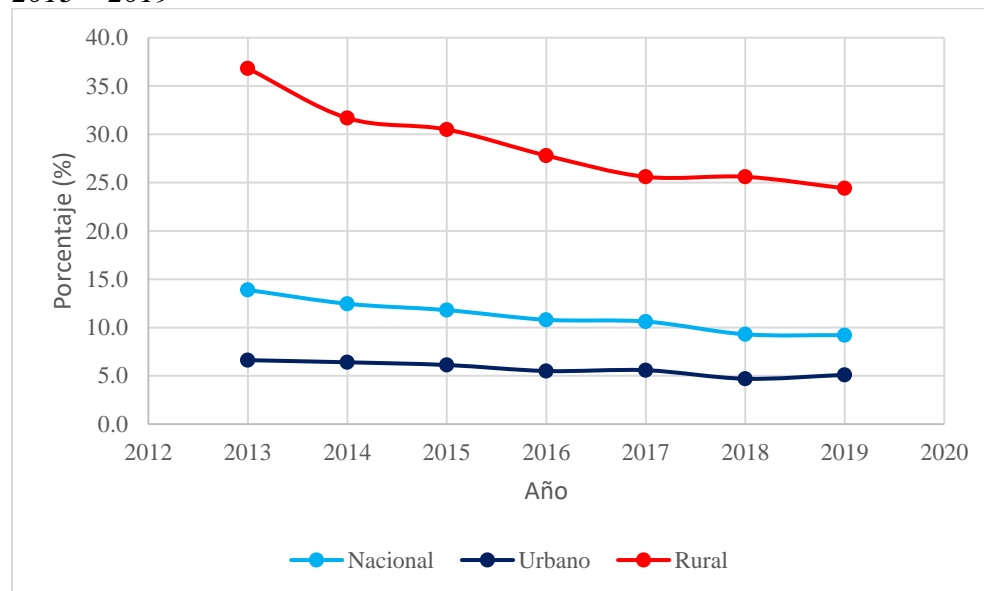
*Distribución de la población con acceso a los servicios de agua potable 2013 - 2019*



*Nota: INEI (2020)*

**Figura 2**

*Distribución de la población sin acceso a los servicios de agua potable 2013 - 2019*



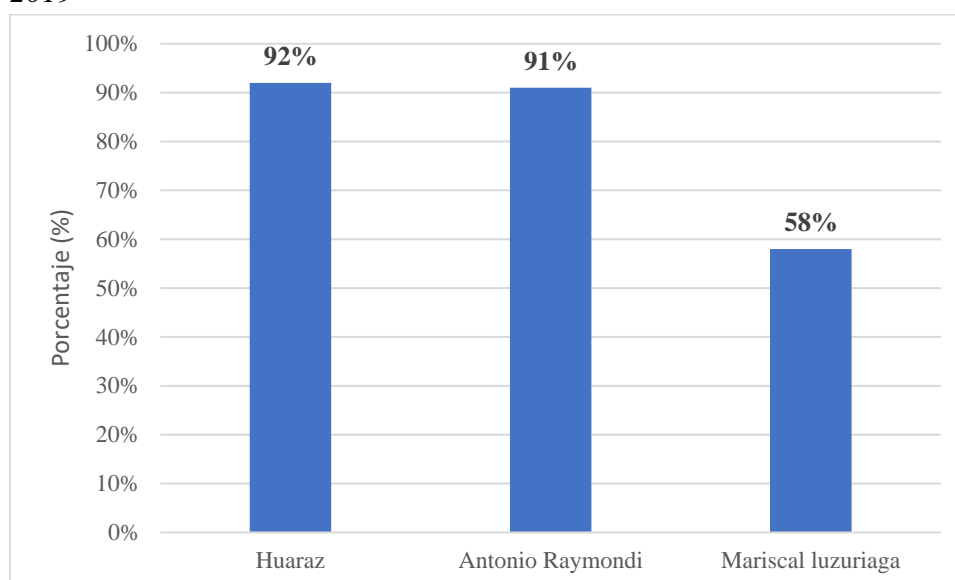
*Nota: INEI (2020)*

Según la IPE (2019), con respecto al acceso de agua potable, el 80% de las viviendas ancashinas (capitales de provincia) se abastece mediante red

pública domiciliaria, porcentaje ligeramente superior al promedio nacional de 78%. Las provincias de Huaraz (92%) y Antonio Raymondi (91%) destacan por tener el mayor acceso a agua por red pública domiciliaria. Por el contrario, en Mariscal Luzuriaga, la cobertura domiciliaria solo asciende a 58% como se muestra en la Figura 3, mientras que el resto accede al agua proveniente de pilones, pozos, manantiales u otros medios.

### Figura 3

*Distribución de cobertura de agua potable en las provincias de Ancash 2019*



*Nota: IPE (2019)*

La Sunass (2019) determinó que la EPS Chavín, empresa prestadora de servicio de saneamiento, que abastece de agua potable a la ciudad de Huaraz tiene una cobertura de 90.88%, con una continuidad de 22.87 horas/día, una producción de 14,788.44 millones de litros de agua anual, con 52.82% de agua no factura, 78.16% de micro medición y 24.34 metros de columna de agua (m.c.a.) presión promedio de servicios.

Por otra parte, el 15 de junio del 2015, mediante Resolución de Consejo Directivo N°021-2015-SUNASS-CD, la Superintendencia Nacional de

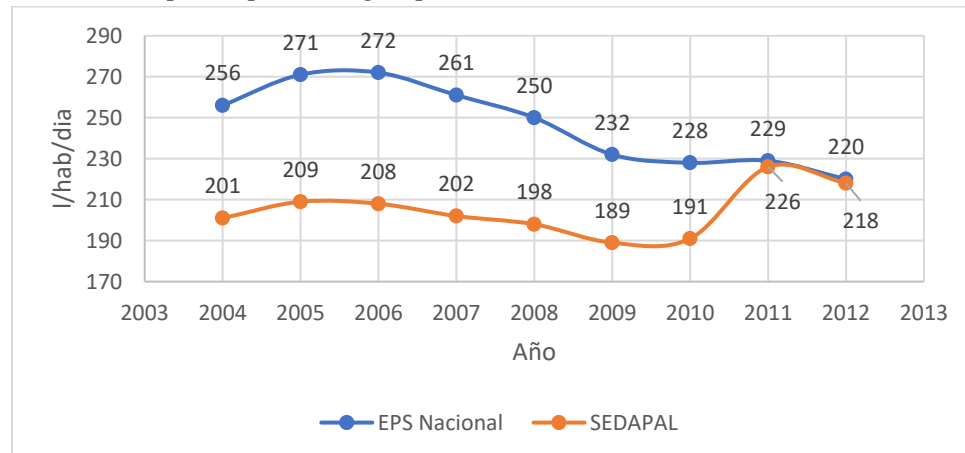
Servicios de Saneamiento (Sunass), aprobó el estudio tarifario, estructura tarifaria y meta de gestión de la EPS Chavín, correspondiente al quinquenio 2015 – 2020, estableciendo el reajuste tarifario de S/ 0.51 al mes para aquellos usuarios que consumen hasta 8m<sup>3</sup>, para usuarios que consumen hasta 20 m<sup>3</sup> será de S/ 1.00 y los usuarios que consumen hasta 20m<sup>3</sup>, será S/ 1.40 al mes, el cual ira a un fondo de inversiones para financiar las obras de mejoramiento de la infraestructura.

El RNE (2009) indica que la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si no existe estudios se considera una dotación de 180 l/hab/día para clima frio y si el área de los lotes es menor a 90 m<sup>2</sup>, se considera una dotación de 120 l/hab/día.

La Sunass (2013) indica que las 50 empresas prestadoras de servicios (EPS) reconocidas proveen de servicio a la población total, siendo la EPS el más grande servicio de agua potable y alcantarillado de Lima (SEDAPAL), que abastece a la población de Lima Metropolitana. Según los datos de ambas instituciones, se reporta que en el 2012 la producción de agua per cápita diaria a nivel nacional fue en promedio de 218 litros por habitante y en Lima Metropolitana esta cifra alcanzó 220 litros diarios por habitante.

**Figura 4**

*Producción per cápita de agua potable en el Perú 2003 - 2013*



*Nota: Sunass (2020)*

En base a lo descrito anteriormente, se evidencia la necesidad de determinar los factores que intervienen en los niveles de consumo de agua potable, el cual es un recurso básico y agotable para la población, que en los últimos años se ha visto afectado el volumen de la oferta a causa del cambio climático, actividades antropogénicas, crecimiento poblacional entre otros. En nuestra región, en particular en la ciudad de Huaraz, no se han realizado estudios relacionados con los niveles de consumo de agua potable. Por lo tanto, se presenta una oportunidad significativa para abordar este tema de gran relevancia, que es fundamental para la gestión adecuada de los recursos hídricos.

### **Formulación del problema**

¿En qué medida los factores económicos, sociales y ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por meses de la ciudad de Huaraz, 2021?

## **Problemas específicos**

1. ¿De qué manera los factores económicos determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por meses?
2. ¿De qué manera los factores sociales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por meses?
3. ¿De qué manera los factores ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por meses?

## **1.2 Objetivos**

### **Objetivo principal**

Explicar en qué medida los factores económicos, sociales y ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.

### **Objetivos específicos**

1. Analizar en qué medida los factores económicos determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.
2. Analizar en qué medida los factores sociales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.
3. Analizar en qué medida los factores ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.

### 1.3 Justificación

**Justificación Social.** La investigación tendrá un impacto directo en toda la población de la ciudad de Huaraz, ya que los resultados derivados del análisis de los factores que afectan los niveles de consumo de agua potable servirán como una herramienta para optimizar la gestión del servicio de agua potable en estas ciudades. Los hallazgos de la investigación pueden ser utilizados como un instrumento para abordar las brechas en la cobertura, continuidad y producción que enfrenta la empresa prestadora de servicios en la localidad. Esto, a su vez, beneficiará a la población en general al permitir el acceso equitativo al servicio de agua potable seguro para toda la comunidad.

**Justificación Económico.** En el análisis de los factores que influyen en los niveles de consumo de agua potable, se considera el factor económico (precio de agua en S/ por m<sup>3</sup>), el cual es un determinante importante para la variación del consumo de volumen de agua en una localidad, mediante este análisis se determinará que la población tenga acceso a los servicios de agua potable mediante una gestión óptima a un precio justo, el cual estará sujeto al nivel socioeconómico de las distintas áreas que presenta la ciudad de Huaraz.

**Justificación Ambiental.** En los últimos años la escasez del recurso hídrico ha aumentado en las diversas cuencas del Perú, esto debido a los efectos del cambio climático, calentamiento global y el acelerado crecimiento de la población urbana. La ciudad de Huaraz, no es ajeno a esta problemática, ya que esta región, viene sufriendo año tras año la disminución del volumen de agua de sus fuentes de captación, esta problemática genera la necesidad de realizar la gestión integral del recurso hídrico disponible. La investigación

determinará los niveles de consumo de agua potable de la población, el cual está relacionado con diversos factores y a través de una gestión óptima de los servicios de agua potable se determinará el consumo adecuado de agua de la población. Estas acciones optimizarán el volumen de agua que requiere la población y promoverán el uso racional del recurso hídrico que en los últimos años ha venido sufriendo fuertes impactos a causa de las actividades de la población.

**Justificación Académica.** El estudio pretende profundizar el conocimiento del análisis de los distintos factores que influyen en los niveles de consumo de agua potable de una ciudad, el cual se realizará a través de la identificación y el análisis adecuado de dichos factores, mediante la determinación de la incidencia de cada uno de ellos y una representación matemática que pueda explicar el comportamiento de la población frente al consumo familiar de agua potable. Todo ello se realizará con el fin de generar conocimiento acerca del complejo comportamiento de consumo de agua potable de una localidad y así incentivar nuevas líneas de investigación en el sector de agua y saneamiento.

**Justificación Práctica.** Los resultados obtenidos en la investigación permitirán realizar la correcta gestión técnica, administrativa y económica del servicio de agua potable por parte de la empresa prestadora de servicio de saneamiento (EPS Chavín) y el uso racional del recurso hídrico por parte de la población de la ciudad de Huaraz.

**Justificación Metodológico.** En la actualidad aún no existe suficiente evidencia empírica para la región, se aplicarán y desarrollarán modelos



económicos combinado con el análisis multivariante que permitan reducir sesgos y evaluar la relación entre los factores determinantes y el nivel de consumo de agua potable para una población, lo cual puede ser utilizado como referencia para futuras investigaciones similares.

#### **1.4 Delimitación**

La investigación será desarrollada en la ciudad de Huaraz, la misma que comprende, los centros poblados urbanos, capitales de los distritos de Huaraz e Independencia en el año 2021, en donde la empresa prestadora de servicio de saneamiento (EPS Chavín S.A.) brinda los servicios de agua potable.

#### **1.5 Limitaciones de la investigación**

- Se realizó la exploración de los niveles de consumo de agua potable del distrito de Huaraz e Independencia a través de encuestas con datos proxy de los consumos emitido por la EPS Chavín en los últimos tres meses.
- Durante la fase de recolección de datos, la pandemia del COVID-19 irrumpió, provocando alteraciones significativas en la cotidianidad de las personas. No obstante, es importante mencionar que las particularidades derivadas de este fenómeno global no fueron abordadas en el alcance de la presente investigación.
- La variable factor ambiental fue evaluado directamente a través de un cuestionario específico. Sin embargo, de manera transversal, su representación se extendió a los cuestionarios vinculados a la dimensión de la conducta del usuario y a las características tecnológicas del hogar. Este enfoque se evidencia claramente en la agrupación resultante del análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

## Capítulo II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

##### **Internacional**

Ramírez Mosquera et al. (2019) tuvieron como propósito determinar las estrategias que llevan a los usuarios a reducir el consumo de agua, mediante la identificación de las variables cualitativas y cuantitativas, tales como: estrato socioeconómico, tipo de vivienda, antigüedad de vivienda, existencia de área de parqueo, tenencia de lavadoras con antigüedad de 10, características del jefe de hogar, categorías del ingreso familiar, tamaño de vivienda representada en áreas de construcción y jardín, número de aparatos sanitarios, etc. Encontraron como resultado, que el índice de satisfacción del cliente y el número de aparatos sanitarios son factores determinantes del consumo de agua potable de una localidad.

Gutzler y Nims (2005) plantearon como objetivo, analizar el efecto de la variabilidad climática sobre la demanda de agua en Albuquerque, Nuevo México. Mediante técnicas de regresión lineal evaluaron la covariabilidad interanual del clima y la demanda de agua, obtuvieron como resultado, que la precipitación estacional y la temperatura máxima tiene una correlación con la demanda de agua residencial de verano, concluyeron que la eficiencia de los esfuerzos de conservación puede cuantificarse aplicando modelos de regresión.

Balling et al. (2008) explicaron las variaciones espaciales intraurbanas en la sensibilidad del consumo de agua residencial a las condiciones atmosféricas,

desarrollando una serie de tiempos de anomalías mensuales en el uso del agua comparado con anomalías mensuales de temperatura, precipitación y el índice hidrológico de sequía de Palmer, obtuvieron como resultado una alta sensibilidad atmosférica en el consumo de agua para lotes grandes con piscinas, altas áreas de riego y alta proporción de ingresos y una menor sensibilidad en barrios con familias numerosas con áreas pequeñas, concluyeron que los barrios más prósperos y no hispanos se verán afectados por los cambios climáticos debido a las actividades antropogénicas.

Gómez Ugalde et al. (2012) cuantificaron la demanda doméstico y comercial así como las variables determinantes, ante la sobreexplotación de acuíferos en Texcoco, para ello plantearon modelos econométricos de regresión para determinar si una política de precios es adecuada para la administración del recurso en la población, determinaron que la elasticidad del precio en el sector comercial es de -1.03 y en el sector doméstico de -0.055 y -0.25, concluyeron que el acceso al servicio de agua esta delimitado por el ingreso, pues usuarios con mayor ingreso tienen mayor oportunidad de acceso al recurso en el sector comercial.

López González (2018) Planteo la exploración del comportamiento del consumo de agua potable en Santiago de Chile, para ello realizó el muestreo no probabilístico de 100 hogares de la comuna de Colina, en Santiago de Chile, observados entre el 2010 y 2016, estimando una función de la demanda de agua potable utilizando el estimador de Mínimos Cuadrado Ordinarios (MCO) teniendo como variables explicativas el carácter económico, sociodemográfico y climático, obtuvo como resultado que el tipo de vivienda,

cantidad de integrantes, cantidad de servicios higiénicos, nivel de ingreso y temperatura promedio son variables significativas, concluye que el modelo obtenido tiene una buena aproximación empírica para la estimación económica de la demanda del agua.

Espinoza Troncoso (2016) planteo como objetivo estimar la demanda de agua residencial para la región del Bio-Bio, Chile, para ello formulo un modelo discreto continuo para la estimación de la demanda de agua de uso residencial, incorporando la decisión discreta que enfrentan los hogares frente a una estructura tarifaria en bloques y la decisión continua asociado a la cantidad de agua a consumir una vez seleccionado el bloque, determino, que la elasticidad de los precios es de -0.31 y la elasticidad de los ingresos es 0.28, concluyendo que el precio puede ser utilizado como instrumento para la conservación del agua de uso residencial.

### **Nacional**

Huaquisto Cáceres y Chambilla Flores (2019) analizaron el consumo de agua influenciado por el ingreso económico y número de habitantes y una comparativa de valores recomendados por la OMS, así mismo determinan los coeficientes de variación horaria y diaria. Para abordar el estudio realizaron un muestreo de 1246 viviendas para los datos de consumo y 39 viviendas para los coeficientes de variación, de la zona urbana de Salcedo-Puno, obtuvieron como resultado 67 l/hab/día de consumo, 1.33 y 3.80 de coeficiente de variación diaria y horaria respectivamente. Concluyeron que el consumo de agua esta por debajo de las recomendaciones de la OMS y las variables que influyen son el ingreso económico y número de habitantes por vivienda.

Montoya Valer (2017) analizó la influencia de los factores socioeconómicos que afectan el consumo doméstico de agua potable, en una población de 19209 viviendas, dividido en 20 sectores y cada sector consideró un estrato, obteniendo una muestra de 269 viviendas. Haciendo uso de 19 variables, obtuvo como resultado un modelo econométrico que explica que al menos una de las variables influye de manera significativa en el consumo de agua potable, concluye que ningún variable evadió los supuestas del modelo.

Clavijo Rincón (2013) realiza la estimación de la función de la demanda con la corrección de la endogeneidad de la estructura tarifaria de dos formas, la primera realiza la reagrupación en los puntos de corte que tiene tres bloques, para ello utiliza la varianza como instrumento, la segunda forma utiliza un modelo econométrico discreto continuo, mediante la restricción no lineal con lo cual modela de manera directa la elección del bloque de consumo y el nivel de consumo, utilizo como instrumento la encuestas, obteniendo una elasticidad del precio de -0.319 y una elasticidad de ingreso de 0.17. Concluye que las familias con bajos ingresos ajustan su consumo cercano a la subsistencia y el aumento de consumo por mayores ingresos es pequeño.

Mamani Copari (2017) determino las variables que inciden en el consumo precápita de agua potable en el sistema de abastecimiento por bombeo, gravedad y pozo artesiano en los centros poblados de Pocona, Choquechaca y Pajana San Agustín del distrito y provincia de Yunguyo, para ello utilizo el método estadístico Stepwise, obteniendo como resultado modelos de sistema de agua potable por gravedad, bombeo y pozo artesiano. Concluye que los

factores ingreso económico y número de integrantes influye en el consumo, mientras que el grado de instrucción y edad de jefe de familia no incide.

### **Local**

Henostroza Torres (2015) realiza la caracterización de la calidad de agua potable en diferentes puntos de muestro del distrito de Pariacoto para proponer un modelo estadístico que estime la sostenibilidad del sistema de agua potable, obtuvo como resultado, que los parámetros de pH, Pb, Al y STD, son más influyentes en periodos de lluvia y los parámetros de pH, CT. C y STD son más influyentes en periodos de estiaje, concluye que el sistema de agua potable presenta indicios de contaminación por diferentes factores.

Vicuña Pérez (2019) realiza la determinación y evaluación de 27 parámetros de calidad en 5 puntos de muestro en épocas de lluvia y estiaje, así mismo a través de una encuesta estructurada evalúa el grado de satisfacción de la población en una muestra de 30 familias, obtuvo como resultado que la calidad de agua es apta para consumo humano previa desinfección y la población tiene un alto grado de satisfacción a la calidad y servicio de agua que consume.

Moreno Jaimes (2015) evaluó el índice de calidad del agua (ICA) con el propósito de disminuir las tasas de morbilidad y mortalidad a causa de las enfermedades de origen hídrico, determino una muestra de 35 grifos de los hogares y 4 captaciones, analizando los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos, metales y parasitarios, mediante la aplicación de la metodología desarrollado en USA, Inglaterra, India y Canadá, determino que

la calidad de agua no es apto para consumo humano, por lo que requiere tratamiento y se clasifica como tipo A-2.

## **2.2 Bases filosóficas y epistemológicas**

El conocimiento científico consiste en la contrastación por medio de las observaciones y experimentos del planteamiento de la hipótesis, independiente si el conocimiento es teórico o experimental, a este tipo de método se le conoce como deductivos propuesto por Popper (García Jimenes, 2008).

La idea fundamental de esta propuesta consiste en que la experiencia no puede demostrar la verdad, pero sí la falsedad, es decir, las teorías o hipótesis, en un inicio deben tener en cuenta como certezas, pero se irán acercándose cada vez más a la verdad a través de las críticas y la detección de errores, el falsacionismo permite al investigador diferenciar entre unos enunciados y otros, ya que no quiere decir que los que sobreviven son verdaderos, sino porque mediante el empirismo se ha demostrado que los desestimados son errados (Popper, 1999).

Popper parece creer en una ciencia sujeta a confutación por parte de hipótesis más consistentes; esta ciencia está conformada por un conjunto de teorías y modelos que en algún momento han sido validados, pero sus coetáneos han superado con mayor éxito el rigor de las comprobaciones empíricas (Iranzo y Blanco, 1999).

El modelo nomológico deductivo parte de un conjunto de leyes científicas y otras condiciones referidas a los hechos individuales, que establece los diversos antecedentes del fenómeno que se pretende explicar con enunciados



singulares que señalan algunas características de cierta situación y cuya verdad garantiza completamente la verdad de la conclusión, es decir, el enunciado que describe el hecho que se desea explicar (Gaeta et al., 1997).

El modelo probabilístico inductivo, utiliza las leyes estadísticas y la probabilidad para poder explicar los fenómenos que se están estudiando, con la premisa de que a veces se logra descubrir regularidades que sin ser universales señalan una proporción de los fenómenos que se está estudiando, la explicación estadística se realiza a posteriori, con una predicción de los hechos que va ocurrir sin que haya ocurrido todavía (Schuster, 1982).

El paradigma critico-propositiva, indica que se debe cuestionar los resultados obtenidos de estudios anteriores de trabajos similares pero en distintas condiciones, ya que las características que intervienen en el consumo familiar de agua potable varían de acuerdo a la ubicación en una determinada área geográfica, el aspecto propositivo no solo se limita a presentar las dificultades, si no que plantea alternativas de solución con ello se obtiene una mejora en la gestión de los servicios de agua potable y cerrar las brechas de cobertura, continuidad y producción.

### **2.3 Bases teóricas**

En esta parte del documento, abordaremos aspectos teóricos de la investigación, sobre los determinantes del nivel de consumo de agua potable, desarrollada en diferentes investigaciones, así como el comportamiento de los consumidores bajo diversas condiciones. Se empezará con la definición del agua como un bien social y económico, para luego definir este elemento como bien público y privado, luego se realizará la clasificación de los principales

determinantes del nivel de consumo de agua, sustentado en revisión bibliográfica rigurosa, por último se analizarán las formas de comportamiento del consumidor a partir de la teoría de la demanda, fallas del mercado, la estructura tarifaria, subsidios cruzados y la regulación del servicio de agua potable en la EPS Chavín. La base teórica pretende aportar a la discusión del comportamiento de consumo de agua potable de la Ciudad de Huaraz e Independencia a través de la identificación de los principales factores que influyen en ello.

### **2.3.1 *El agua como bien social y económico***

El agua es un recurso hídrico que se encuentra en abundancia en algunos lugares, pero la sobre explotación, crecimiento demográfico, cambio climático entre otras características lo convierten en un recurso escaso. El recurso hídrico tiene diferentes usos, por ello “la caracterización económica es bastante compleja” (Cadavid Giraldo, 2008). La “errónea distribución espacial y temporal, es considerado como factor que dificulta el aspecto económico” (Cadavid Giraldo, 2008), por lo tanto, la administración del agua dependerá de los tipos de usos del recurso y de las condiciones de oferta y demanda. Al agua se le asigna características del “bien social, bien económico, bien público, bien meritorio y derecho fundamental”(Cadavid Giraldo, 2008).

Se entiende como bien económico, aquellos que en relación a la necesidad social se encuentran en condición de escasez, la asignación de los bienes económicos en nuestra sociedad se realiza a través del mercado, como institución donde confluyen las preferencias de todos los agentes sociales que

participan en este (Escobar Jarramillo y Gomez Olaya, 2007). El agua se considera un bien económico debido a que los costos de instalación, operación y mantenimiento del servicio impiden que sea un bien social, por ello es importante garantizar la eficiencia económica de la gestión del servicio (Sarquis, 2005). La caracterización económica del agua presenta dificultades adicionales cuando se trata del consumo doméstico a través de redes de tuberías, en la cual los costos no corresponden al recurso si no al servicio, ya que la mayoría de acceso al agua potable se realiza a través de tuberías, por ello si se priva a la comunidad del servicio se privaría del recurso, entonces las tuberías son una estructura vital para el servicio de agua para uso doméstico, por ello este servicio se convierte en privado, por más que sea manejado por una empresa pública, generando de esta manera exclusión ya que para acceder al servicio se tiene que realizar el pago y si no realiza el pago pierde el derecho de disfrutarlo, los costos van variar de acuerdo a las características del mercado, dificultades técnicas, tipo de fuente, problemas de calidad, transporte entre otras dificultades (Cadavid Giraldo, 2008).

El agua es un bien social al “ser esencial para la vida y para la preservación de la salud, convirtiéndose en un derecho inalienable de los ciudadanos” (Sarquis, 2005), ya que se considera como un insumo básico para la vida humana.

“El agua potable produce grandes externalidades, ya que no existe una relación directa entre los costos y beneficios privados y sociales” (Solanés, 1998; Pérez, 2000; Cadavid Giraldo, 2008), la demanda del agua es totalmente inelástica con el cambio de los precios, por su carácter esencial, el

valor social no influye en la formación de precios, el agua para consumo doméstico se considera como un monopolio natural, explicado por las grandes economías de escala, en la cual se produce mayor cantidad con costos unitarios mínimos, para que se pueda generar dicha condición se requiere grandes inversiones en infraestructura, esta característica peculiar hace que el sistema de agua potable sea más funcional con el manejo de una sola empresa prestadora de servicios, el horizonte de ventas de las empresas prestadores de servicio de agua potables está limitado por aspectos ambientales por considerarse un recurso natural agotable (Solanés, 1998; Pérez, 2000; Cadavid Giraldo, 2008).

La infraestructura de los sistemas de agua para consumo doméstico presenta una capacidad ociosa considerable, ya que el planteamiento y la construcción de ellos se realiza para un período determinado, considerando la dinámica de crecimiento poblacional, la vida útil y la calidad de los materiales, período de operación de los equipos entre otras consideraciones técnica, sociales y económicas para este tipo de infraestructuras.

En conclusión, el agua se considera como un bien económico, por generar costos en el servicio, convirtiéndose en un bien privado generando exclusión y escases de los recursos y también es un bien social porque es un recurso esencial para la vida de la población y que mejora la calidad de vida de los mismo, también es un bien ambiental por ser un recurso natural, esencial para el desarrollo del medio ambiente y tener la característica de agotable.

### 2.3.2 *El agua como bien público y privado*

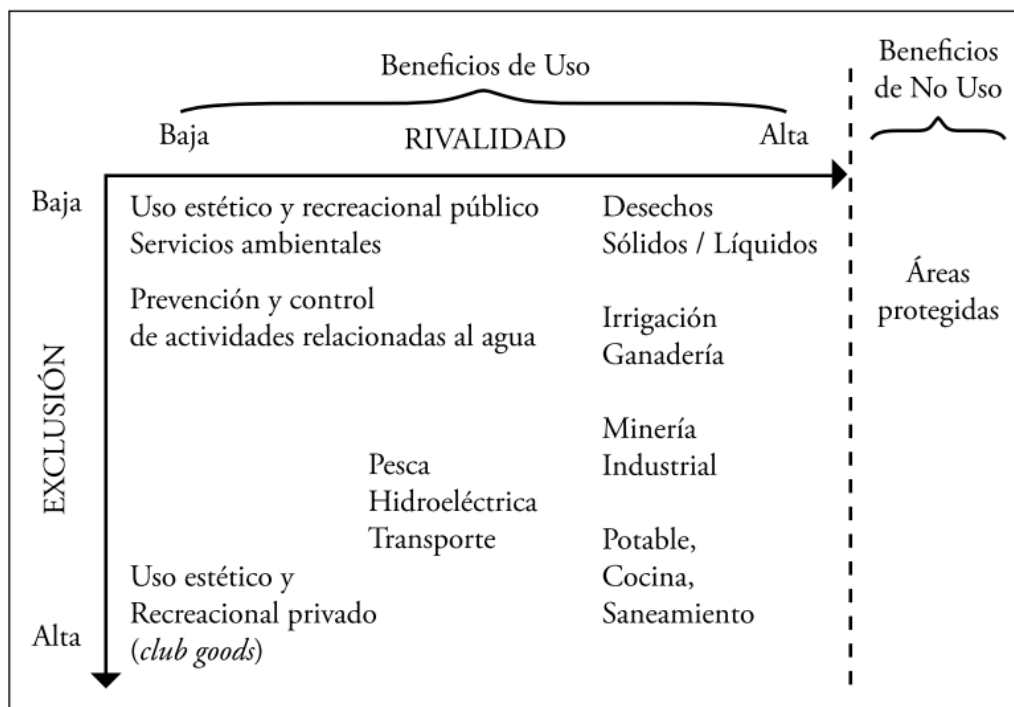
Zegarra Méndez (2014), define al bien público, como una condición en la cual no es posible excluir a las personas del consumo del bien y la no existencia de rivalidad en el consumo; es decir, el consumo de los individuos no reduce el stock del bien ni incrementa la «escasez» de este.

El agua se puede definir como un bien público, en algunas circunstancias especiales de consumo, pero a la vez presenta un comportamiento como un bien privado, por ello se puede categorizar como bienes mixtos, es decir si tiene baja exclusión sus niveles de rivalidad son significativos, generando situación de escasez compartida, cabe decir que a mayor rivalidad mayor escasez (Zegarra Méndez, 2014).

La Figura 5, ilustra un mapa de la ubicación de los bienes públicos y privados de acuerdo a la rivalidad y la exclusión; “los usos más cercanos al origen superior izquierdo son bienes públicos puros, mientras que los ubicados más lejos, en la parte inferior derecha, se acercan a ser bienes estrictamente privados” (Zegarra Méndez, 2014).

**Figura 5**

*Ubicación del uso del agua, en el mapa de bienes públicos y privados*



*Nota: Zegarra Méndez (2014)*

En el Figura se puede ubicar, al agua como un bien público puro en el uso estético y recreacional público, sin posibilidad de restringir el acceso a los visitantes. En el parte inferior izquierdo ubica al agua como uso estético y recreacional privado, administrado por una empresa privada y que genera exclusión. La parte más hacia la derecha de la figura, ubica una mayor rivalidad, constituido por típicos bienes económicos que requiere mecanismos para administrar la escasez.

### 2.3.3 Factores determinantes el consumo de agua para uso domestico

Los factores que influyen en el nivel consumo de agua para el uso doméstico son numerosos, la literatura muestra diversos estudios que se han enfocado en la determinación de la incidencia de diversos factores. La presente investigación, se basará en el trabajo realizado por Morote Seguido (2017) y

Abu-Bakar et al. (2021), para la caracterización, clasificación y la descripción de los factores. Los autores han realizado una revisión sistemática de la bibliográfica existente relacionado con los factores determinantes de consumo de agua para uso doméstico.

Morote Seguido (2017), realiza una clasificación muy interesante de los factores determinantes del nivel de consumo de agua mediante la agrupación en cinco factores: i) Factores sociodemográficos, que están representados por el número de residentes, edad de los residentes y procedencia de los residentes; ii) Factor político-económico, que está representado por el nivel de renta, precio del agua y políticas del agua; iii) Condiciones climatológicas, que están representados por la temperatura y las precipitaciones; iv) Factores psicológicos, que está representado por la percepción ambiental, posición social y arraigo a un lugar y v) Modelo urbano, representado por las características del hogar, tipología urbana y naturaleza urbana.

Mientras que, Abu-Bakar et al. (2021) realizan una clasificación de 3 factores: i) Factores exógenos, representado por las variables geográficas (ubicación), variables estacionales (precipitación, evaporación, cambio climático, condiciones meteorológicas, altitud) y la variable poblacional (migración y turismo); ii) Factores endógenos, representado por la variable socioeconómico (afluencia, educación, ocupación, tenencia), variable sociodemográfica (edad y sexo) y características del hogar (dimensión del hogar, número de instalaciones y electrodomésticos, eficiencia de instalaciones y aparatos, tamaño del hogar y uso exterior) y iii) Factores de comportamiento-Psicológico, presentado por la preocupación

medioambiental, conocimiento y conciencia ambiental, comportamiento de conservación del agua (por ejemplo, duración y frecuencia de uso), actitudes implícitas y normas sociales.

Se ha optado por la propuesta de Morote Seguido (2017) entre las dos formas de clasificación disponible, ya que esta se adapta de manera más adecuada a los objetivos de la investigación. Además, se complementará con la bibliografía más reciente con el fin de incorporar una mayor cantidad de información actualizada.

### **Factores socio-demograficos**

Este factor está principalmente vinculado a la interacción entre el volumen de consumo de agua y el número de personas por hogar, teniendo en cuenta la influencia de la edad y el origen de las residencias. Los resultados más significativos de este fenómeno se observan en Estados Unidos, especialmente en los estados de Arizona y Texas, así como en Australia. Debido a que, en estos lugares, el proceso de urbanización se ha incrementado, generando como consecuencia, el aumento de la escasez del recurso hídrico en los últimos años (Morote Seguido, 2017).

Las investigaciones realizadas en EE. UU y Australia identifican, que cuando aumenta el numero de habitantes por vivienda va aumentando el consumo de agua, esto debido a la densificación de la población a consecuencia de la urbanización. Esta afirmación encuentra respaldo en estudios llevados a cabo por Kumar et al. (2021), quienes determinaron que el tamaño de la familia influye en el patron de consumo de agua en un hogar. Estos estudios se llevaron a cabo en las ciudades gemelas de Gujarat, India. Asimismo, Han et



al. (2021) llevaron a cabo una investigación en Shanghai, concluyendo que los hogares compartidos por múltiples inquilinos son los principales consumidores de agua residencial. Finalmente, Bich-Ngoc et al. (2022) establecieron que el tamaño del hogar, es decir, la cantidad de personas que lo habitan, influye en el volumen de consumo de agua.

Para entender cómo la edad impacta en el consumo de agua en hogares, es relevante mencionar los estudios de Nauges y Alban (2000), Gil-Sánchez et al., (2015), Gregory y Di Leo, (2003), Gilg y Barr (2006), Estos investigadores han correlacionado el consumo de agua con la edad de la población, llegando a la conclusión de que los adolescentes tienden a consumir una mayor cantidad de agua, especialmente para el aseo personal. Por el contrario, la población adulta generalmente tiene un menor consumo, a menos que tenga un interés particular en la jardinería. Además, señalan que los niños consumen menos agua que los adultos y adolescentes. Los resultados obtenidos sugieren que las diferentes edades tienen un impacto directo en los niveles de consumo de agua en un hogar. Por lo tanto, resulta importante clasificar los grupos de edad para determinar los patrones de consumo de manera más precisa.

En cambio, según las investigaciones llevadas a cabo por Aprile y Fiorillo (2017), Beal et al. (2011) y Willis et al. (2013) existe una tendencia en las personas adultas a consumir un volumen de agua más elevado. Este patrón se atribuye al mayor tiempo que pasan en el hogar. Asimismo, Beal et al. (2011), Makki et al. (2013, 2015), sostienen que los hogares con un nivel socioeconómico más alto, especialmente aquellos con adolescentes y niños,

tienden a exhibir una mayor frecuencia y duración de uso final, como en el caso de las duchas. Estas dos formas diferentes de comportamiento de la población, sugieren la formulación de la hipótesis de que dicho comportamiento está influenciado por la ubicación geográfica de la localidad en cuestión. En este sentido, resulta importante llevar a cabo investigaciones que contrasten las modalidades de comportamiento de la población en función de las diferentes edades, con el fin de obtener una comprensión más completa y precisa de estos patrones.

Asimismo, los estudios llevados a cabo por Nagues y Reynaud (2001), Wentz y Gober (2007) y Morote Seguido y Hernández Hernández (2014), han explorado la influencia del lugar de origen de los residentes en sus patrones de consumo de agua. Estos trabajos concluyen que, según la cultura, las costumbres, las etnias, la religión y otros factores, los niveles de consumo de agua varían en distintas regiones y países donde se han realizado las investigaciones. En Francia, por ejemplo, los inmigrantes procedentes de países en desarrollo exhiben un consumo más austero. En Phoenix, Arizona, los inmigrantes han adoptado las mismas prácticas de jardinería que en sus países de origen. Por otro lado, los inmigrantes del norte y centro de Europa que se establecieron en la costa de Alicante modificaron sus patrones de consumo en respuesta al aumento de las tarifas. En el Reino Unido, se observa una correlación entre los barrios con predominio de residentes musulmanes y una disminución en el consumo de agua durante la celebración de Ramadán.

## **Factores psicológicos**

Los factores psicológicos, vinculados con la psicología ambiental, la posición social y el arraigo a un lugar, desempeñan un papel importante en el estudio del consumo de agua (Morote Seguido, 2017). La investigación de Jorgensen et al. (2009) abordan la percepción ambiental de los usuarios, analizando los diversos factores que relaciona la percepción de los usuarios, mediante el comportamiento de un grupo de vecinos en torno al uso del agua, obteniendo como resultado que el comportamiento de los usuarios está en función al de sus vecinos, produciendo un aumento del consumo si el resto de los vecinos tienen un mal uso del agua, ya que perciben que otros no ahorran el agua disminuyendo la motivación de la buena gestión del recurso y por tanto aumentar el consumo. Aitken et al. (1991), en un estudio en Melbourne, Australia, corroboraron que los usuarios tienden a ajustar su consumo al nivel de sus vecinos. Además, Askew y McGuirk (2004), identificaron que cambios en actitudes o comportamientos individuales para cumplir con normas sociales pueden incrementar el uso doméstico del agua, especialmente en áreas ajardinadas.

En cuanto a la conciencia ambiental, Kiesling y Manning (2010) demostraron que la identidad ambiental, medida por la escala de identidad ambiental, es un predictor significativo del comportamiento de jardinería ecológica. La escala de identidad ambiental de jardinería (EGID) se correlaciona fuertemente con la escala de identidad ambiental (EID), siendo tres de sus subescalas explicativas de las variaciones en las prácticas de jardinería. Por otra parte, Randolph y Troy (2008) destacan que la demanda de agua en

Sydney está vinculada a diversos factores como tipo de vivienda, aspectos culturales e institucionales. A pesar del éxito de las estrategias de reducción de demanda, el consumo interno sigue siendo elevado.

La posición social, asociada al prestigio, se relaciona con el consumo de agua a través de elementos que demandan un mayor volumen, como piscinas, jacuzzis y jardines extensos. Este comportamiento está estrechamente vinculado al factor económico (Morote Seguido, 2017). Investigaciones en Perth (Australia), realizadas por Larsen y Harlan (2006) y Syme et al. (2004), muestran que los usuarios con jardines y elementos exteriores, como piscinas, aumentan su consumo de agua de acuerdo con su estilo de vida y recreación en el jardín. Otros estudios, como los de Arbués et al., 2010; Vieira et al. (2018) y Willis et al., 2011 (2013), informan que los hogares que tienen bañeras, jardines y piscinas influyen en el consumo de agua.

Finalmente, el arraigo al lugar, según Proshanky et al. (1983) citado por Morote Seguido (2017) y Bonaiuto et al. (1999), se vincula a comportamientos proambientales. Residentes que sienten un arraigo especial tienden a mostrar una mayor conciencia ambiental, optando por vegetación autóctona y adaptada al medio en sus jardines para reducir el consumo de agua. Este hecho contrasta con la investigación de Morote Seguido y Hernández Hernández (2014), quienes informaron sobre el cambio en la tipología de jardines de propietarios extranjeros en Europa central y norte, que adoptaron vegetación mediterránea adaptada al clima de Alicante.

### **Factores políticos - económicos**

Este factor engloba aspectos como el precio del agua, las políticas económicas, nivel de renta de las familias, entre otros, que inciden directamente en el consumo de agua en un hogar.

Para abordar el impacto del nivel de renta de las familias (ingreso económico) en el consumo de agua en un hogar, se puede referenciar a diversos estudios. Agthe y Billings (2002), Chicoine y Rammamurthy (1986), J. M. Dalhuisen, De Groot, et al. (2002); Dandy et al. (1997), S. Garcia y Reynaud (2004), Höglund (1999), M. Nieswiadomy y Cobb (1993) y Worthington y Hoffman (2008), quienes indican que la renta económica está directamente relacionada con los elementos exteriores de la vivienda como son los jardines y piscinas, estos elementos son grandes consumidores de agua. Syme et al. (1980) informan que el nivel económico está asociado con una mayor adquisición de electrodomésticos, como lavadoras y lavavajillas, que también consumen volúmenes considerables de agua. Flack y Greenberg (1987) encontraron en un estudio en Colorado (EE. UU.), una relación entre la conciencia ambiental y la variable socioeconómica, evidenciada por restricciones en el uso del agua y en el tamaño de la superficie del césped, así como la adopción de electrodomésticos ahorradores de agua. Millock y Nauges (2010), en estudios realizados en Francia, concluyeron que las actitudes ambientales y el estado de la propiedad influyen en la adopción de equipos de bajo consumo de agua, destacando que los hogares de mayor renta económica tienden a invertir más en dispositivos eficientes en comparación con los hogares de menor renta. Esta afirmación es respaldada por Makki et al. (2015), quienes sostienen que

los ingresos del hogar y el nivel educativo están positivamente correlacionados con la conservación del agua a través de la instalación de dispositivos ahorradores.

Contradictoriamente, Olmstead Stavins (2009), informa que los hogares con niveles de ingreso más bajos tienden a participar en la conservación del agua y, por lo tanto, presentan consumos más bajos en comparación con hogares de ingresos más altos. Esta afirmación es contrastada por Watson (2017), quien, al analizar hogares de bajos ingresos, encontró que la voluntad de instalar dispositivos de eficiencia se ve inhibida por limitaciones económicas y niveles educativos, lo que se traduce en consumos más altos.

El precio del agua ha sido objeto de atención en numerosas publicaciones. Renwik y Archibald (1998) citado por Morote Seguido, (2017), concluyen en un estudio en California que un aumento en el precio del agua se traduce en una disminución en el consumo hídrico, especialmente en hogares de menor renta económica. Gil-Sánchez et al. (2015) analizan las causas de la disminución del consumo doméstico concluyendo, que la pérdida de nivel de renta es la principal causa, especialmente en las clases medias, exacerbada por la crisis económica iniciada en 2007 y 2008. Contradictoria a las afirmaciones anteriores, Vallès-Casas et al. (2017) informan que los precios del agua no afectan de manera significativa los mayores consumos, es decir, un aumento en el precio del agua resulta en una disminución moderada del consumo. Han et al. (2021) encuentran que las viviendas compartidas no son sensibles a cambios en el precio del agua, ya que los costos totales son compartidos por varios inquilinos. Por otro lado, Marzano et al. (2018) y

Marzano et al. (2020) sugieren que los aumentos de precios a corto plazo podrían ser efectivos para fomentar la conservación del agua. Las investigaciones sobre el precio del agua a lo largo del tiempo demuestran efectos tanto positivos como negativos en el consumo.

La política económica para lograr un uso sostenible del agua también ha sido abordada en diversas investigaciones. J. Dalhuisen et al. (2009), analizaron el mercado del agua para los usuarios finales en varias ciudades europeas, prestando especial atención a las características de la demanda y la oferta, así como a los fallos de mercado que justifican la intervención del gobierno para regular este mercado y satisfacer los criterios básicos de sostenibilidad. J. Dalhuisen, et al. (2002), exploraron las posibilidades de instrumentos de fijación de precios, privatización y liberalización para contribuir a un uso sostenible del agua. Este estudio incluyó una discusión teórica sobre los principios de un sistema de arancel óptimo, la capacidad de respuesta de los consumidores a cambios de precios, conceptos como la recuperación de los costos sociales y las posibilidades de cambios en la gobernanza estructural, teniendo en cuenta las características específicas del sector del agua para mejorar la sostenibilidad del uso del agua en zonas urbanas. En el contexto español, el estudio de Sánchez García y Blanco Jiménez (2012) destaca que tanto las tarifas como el precio del agua se consideran herramientas de control del consumo.

### **Factores de urbanización**

El análisis de la relación entre el consumo de agua y la urbanización ha sido abordado desde diversas perspectivas y líneas temáticas. Por un lado, se



destacan estudios que exploran las características de las viviendas, las tipologías urbanas y los elementos externos de las mismas, como jardines y piscinas (Morote Seguido, 2017).

Para comprender las características de las viviendas, se recurre a trabajos de investigadores como Troy Holloway (2004), M. L. Nieswiadomy y Molina (1991), Barkatullah (1996), Dandy et al. (1997) y Chicoine y Rammamurthy (1986), estos estudios, realizados en diferentes regiones como Australia, Europa, Estados Unidos y Francia, revelan que el consumo de agua tiende a aumentar con el incremento del número de habitantes, la presencia de más cuartos de baño y la antigüedad de las viviendas. Deoreo y Mayer (2012) analizan el consumo interno de agua en hogares unifamiliares en Estados Unidos, concluyendo que ha disminuido desde 1995, anticipando que esta tendencia se mantendrá con la adopción de nuevas tecnologías para el ahorro de agua. Además, Troy y Holloway (2004) evidencian que el consumo varía entre diferentes tipos de viviendas en Adelaida (Australia), lo que sugiere la necesidad de iniciativas específicas para reducir el consumo y planificar políticas ambientales a nivel local.

En investigaciones más recientes, Guhathakurta Gober (2007) señala que un aumento del 10% en el tamaño de la parcela se traduce en un aumento del 2.7% en la demanda de agua. Kontokosta y Jain (2015) estiman que el tamaño del edificio en términos de número de pisos no afecta significativamente el consumo, con una disminución promedio del 0.8% por cada aumento del 10% en la superficie construida. J. Garcia et al. (2019) encuentran que las características de la construcción y la presencia de electrodomésticos



eficientes afectan el consumo de agua potable, mientras que Bich-Ngoc et al. (2022) sostienen que las características del hogar y las propiedades de las viviendas son determinantes en el consumo de agua potable. Mostafavi et al. (2018) destacan que el tamaño del hogar y la eficiencia de los electrodomésticos son los indicadores más influyentes en el consumo de agua en interiores.

En cuanto a la tipología urbana, los estudios de Rico Amorós (2007) y Gil-Sánchez et al. (2015) comparan la tendencia del consumo de agua doméstico en relación con la tipología urbana y la renta económica en Alicante y el Área Metropolitana de Barcelona. Estos trabajos concluyen que el consumo ha descendido desde 2004, principalmente debido a la crisis económica iniciada en 2007 y 2008.

Los elementos externos de las viviendas, como jardines y piscinas, ejercen una influencia significativa en el consumo de agua. Investigaciones de Mayer et al. (1999), con estudios realizado en EE.UU., Syme et al. (2004) con estudios realizados en Australia, Wolf y Holf (2013) con estudios realizados en las Islas Baleares, Vidal et al., (2011) con estudios realizados en el Área Metropolitana de Barcelona en Alicante y Wentz y Gober (2007) estudio realizado en Arizona (EE.UU.), analizan factores determinantes del consumos de agua en urbanizaciones, prestando especial atención a los usos exteriores, que en su conjunto eran principalmente las piscinas. Por otra parte, una mayor atención ha recibido los trabajos relacionados con las características de los jardines y su incidencia en el consumo de agua doméstico, como se puede mencionar los realizado por Hurd (2006), Mustafa

et al. (2010), Yabiku et al. (2008), debido al interés justificado, en gran medida, por los significativos incrementos de volúmenes de agua consumidos por estos elementos. En el caso de España, destacan las investigaciones en la región mediterránea como las realizadas por Domene y Saurí (2006), Domene et al. (2005), Hof y Schmitt (2011), Morote Seguido y Hernández Hernández (2014), los cuales tienen como objetivo, aumentar el conocimiento de esta nueva naturaleza urbana, consideradas como uno de los principales elementos consumidores de agua en el exterior de los hogares. Por otra parte, existen muchos trabajos que analizan casos particulares, como el tipo de vegetación y su incidencia en el consumo hídrico realizado por Larsen y Harlan (2006), trabajos relacionados con el césped (Chesnutt y Mcspadden, 1991; Parés et al., 2013; Renwick y Archibald, 1998; Swyngedouw, 1999 citado por [Morote Seguido, 2017]), también analiza la vegetación predominante y su asociación a los denominados jardines atlánticos. Por otra parte, Hurd (2006), analizó en Australia como los jardines influyen en el incremento del consumo de agua, concluyendo, de que el riego del jardín supone más de 50% del total del agua consumida en un hogar, y que la tipología del espacio ajardinado estaba influenciada por el coste del agua, el nivel educativo y cultural de los residentes. También destacan estudios que tratan las fuentes de abastecimiento (Loh y Coghlan, 2003) y los sistemas de riego (Chesnutt y McSpadden, 1991; Chesnutt et al., 2008; Syme et al., 2004). Estos últimos trabajos, estudiaron la gestión de los sistemas de riego (programas de detección y reparación de fugas, reciclaje del agua, etc.), así como los costes y beneficios de la práctica de estos sistemas, al igual que una mejora en la

evolución de estas prácticas. Esta discusión se puede complementar con algunas publicaciones, como el de Emrath (2017), quien calculó el consumo medio por vivienda y día en distintas ciudades de EE.UU. y Canadá en el año 2000, obteniendo como resultado de 1.548 litros/viv/día, de los cuales, 874.5 litros son destinados a usos exteriores del hogar (56.45%).

### **Factores climatológicos**

Los factores climatológicos desempeñan un papel importante en el análisis de la relación entre el consumo de agua y las condiciones meteorológicas, específicamente la temperatura y la precipitación. En términos generales, los estudios que se centran en la influencia de la temperatura indican que a medida que estas aumentan, también lo hace el consumo de agua. Por otro lado, aquellos que exploran el impacto de la precipitación sugieren que, a mayores lluvias, menor será el consumo.

En línea con estos factores climatológicos, el estudio de Loh y Coghlan (2003) citado por Morote Seguido (2017) y realizado en Australia, informa que el consumo de agua se intensifica durante el verano debido al mayor uso de duchas, lavado y actividades exteriores. Varios trabajos investigan la relación entre las lluvias y el consumo de agua, teniendo en cuenta también la incidencia de la temperatura (Griffin y Chang, 1990; Miaou, 1990; Moncur, 1987; M. L. Nieswiadomy, 1992; Timmins, 2002). En climas semiáridos, la temperatura es un factor crucial, especialmente para elementos exteriores como jardines y piscinas, que aumentan su consumo debido a la evapotranspiración.

Maidment y Miaou (1986) analizaron datos de uso diario del agua en distintas ciudades de EE.UU. (Estados de Florida, Pennsylvania y Texas) concluyendo, que la respuesta dinámica del uso del agua de lluvia y la temperatura del aire es similar en las ciudades del centro de cada estado, además la respuesta de las ciudades de Texas y Florida eran muy similares entre sí. En cambio, la respuesta de las ciudades de Pennsylvania era más sensible a la temperatura del aire y en menor medida, a la lluvia. Los autores demostraron, que había un aumento del consumo de agua cuando la temperatura máxima oscilaba entre los 4 a 21°C. Si esta temperatura oscilaba entre 29 a 32°C, el uso del agua se incrementaba 3 a 5 veces más por cada grado (en Texas y Florida). Además, Gober (2010) destaca la vulnerabilidad de los entornos urbanos en regiones áridas ante la escasez de agua, atribuida al cambio climático que amenaza con reducir la oferta y aumentar la demanda, respaldado por la Agencia Estatal de Meteorología de España.

Siguiendo con el análisis de los factores climatológicos. Gil-Sánchez et al. (2015) llevaron a cabo estudios en Alicante, con condiciones térmicas y pluviométricas similares a las que se puede encontrar en zonas de Australia o EE.UU. Para ello analizaron, las condiciones climáticas como variables que pueden influir en la tendencia del consumo hídrico. En ese sentido, ponen de manifiesto que estas variables son unas de las responsables del descenso del consumo doméstico entre 2012 y 2013, ya que, para el 2013 esta parte de la región, tuvo precipitaciones casi imperceptibles, con un otoño seco, pero a pesar de eso con temperaturas inferiores a las de 2012, lo que invita a pensar en situaciones del oeste, sin lluvias y temperaturas menores, con cielos más

o menos cubiertos, menos sol y la ciudad desambientada, por lo tanto, un tiempo nada propicio para que incremente el consumo de agua.

Investigaciones actuales, como las de Makki et al. (2015), Rathnayaka et al. (2015, 2017) y Manouseli et al. (2019), continúan explorando la influencia de los factores climatológicos en el consumo de agua. Makki et al. (2015) informan que seis eventos de uso final en interiores (grifos, ducha, lavadora, inodoro, lavavajillas y el baño) no se ven afectados por la estacionalidad, Rathnayaka et al. (2015, 2017) encontraron un mayor consumo durante el verano tanto en interiores como exteriores, y Manouseli et al. (2019) concluyen que un aumento del 10% en la temperatura da como resultado el incremento de 0.3% en el consumo per cápita, mientras que un aumento del 10% en el número de días con más de 1mm de precipitación provoca una caída del 0.33% del consumo per cápita.

#### **2.3.4 Teoría de la demanda**

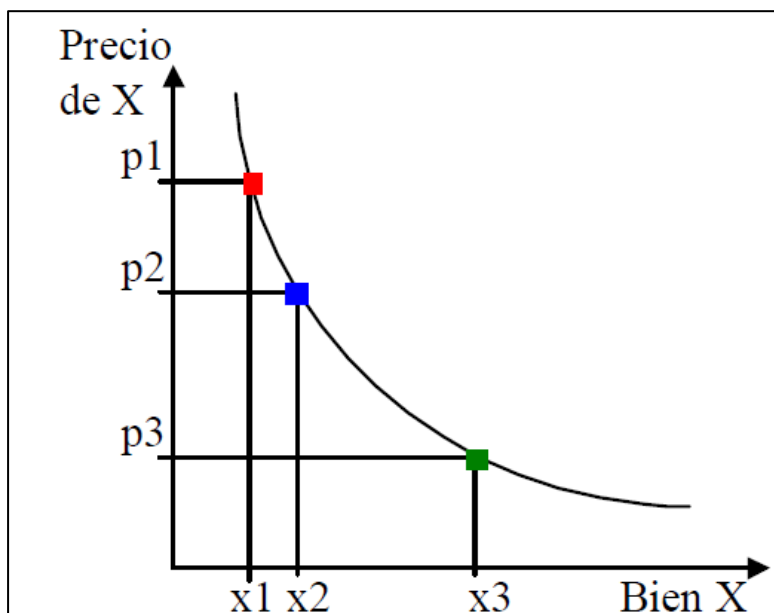
La teoría de la demanda, está basado en ciertos supuestos fundamentales acerca del comportamiento del consumidor: i) El bienestar total del consumidor esta dado por la utilidad o satisfacción que obtiene de las unidades que consumo de todos los bienes ii) El consumidor actúa racionalmente ordenando distintos conjuntos de bienes alternativos y determinar un orden de preferencia iii) El consumidor posee un ingreso que debe asignar a la compra de distintos bienes, para que pueda maximizar su bienestar iv) El consumidor individual es un tomador de precios, es decir los precios de los bienes esta dado por el mercado.

A partir del análisis de los supuestos del consumidor se plantea, la ley de la demanda que indica: Manteniendo constantes los gustos, el ingreso y el precio de los demás bienes, el precio de un bien y la cantidad demandada del mismo varían inversamente: si el precio baja (sube), la cantidad demandada aumenta (disminuye), este enunciado es representado de forma matemática y de forma gráfica (Figura 6)

$$Q_x = f(p_x, p_y, \text{ingreso}, \text{gustos})$$

**Figura 6**

*Curva de la demanda de un bien*



*Nota: J. Ledesma (2010)*

Otro aspecto importante por mencionar, es la conducta del consumidor, que, a la hora de realizar la demanda de un bien, este se encuentra limitado por la escasez de recursos frente a una diversidad de deseos, de tal manera, el consumidor debe elegir. En virtud de la restricción presupuestaria el consumidor no puede satisfacer sus necesidades ilimitadamente, ya que está sujeto a las posibilidades que le brindan un determina ingreso monetario y los precios de los bienes dados por el mercado.

La demanda de agua para consumo doméstico, es definido como la cantidad de volumen del recurso hídrico que se necesita para poder satisfacer la necesidad de cada persona en sus actividades diarias. El agua se distribuye entre sus diferentes usos para satisfacer las necesidades de la sociedad y es frecuente diferenciar entre sus usos consuntivos y no consuntivos; entre los primeros se ubican el abastecimiento urbano, la agricultura, la ganadería y la industria, y entre los segundos se encuentran la producción de energía eléctrica, la refrigeración de plantas industriales y centrales energéticas, entre otras actividades (Guzmán Soria et al., 2011).

La población humana no solo demanda alimentos, también demanda agua para satisfacer su necesidades personales como la alimentación e higiene, a la vez demanda productos que demanda agua para su procesamiento, cuando las fuentes de abastecimiento no satisfacen las necesidades sociales y ambientales se produce la escasez del recurso y genera la competencia entre los usuarios, esta situación de escasez, se genera en mayor cantidad en zonas con poco o limitado recurso hídrico y localidades con un crecimiento poblacional acelerado, los cuales se verán acentuados cuando el consumo per cápita sea creciente debido a los cambios de consumo (Guzmán Soria et al., 2011)

Otro aspecto importante que se debe analizar, es la elasticidad del precio de la demanda, que representa un cambio proporcional del consumo de un bien dividido por el cambio proporcional del precio del bien.

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{\Delta p}$$

Los valores de la elasticidad del precio de la demanda ( $\epsilon$ ), varía de un valor absoluto de cero, que presentante una demanda perfectamente inelástica, hasta un valor infinito, que representa una demanda perfectamente elástica. Las funciones de demanda lineal no producen una elasticidad constante de demanda en todos los puntos de la función, por lo que se debe identificar en qué punto se genera la elasticidad, en consecuencia, esta forma de cálculo es criticada, existe otra manera de estimar la función de la demanda de forma no lineal en precios y otras variables, produciendo medidas de elasticidad que dependen de los valores de las variables del vector Z (Espey et al., 1997).

La demanda de agua para uso doméstico está en función, de los gustos, preferencias e ingresos de individuos, precio del agua y características del hogar (Espey et al., 1997), además de ello dependen de las diferencias en la población, características de la instalación, características del sitio (temperatura y precipitaciones) diferencias en los sistemas de tarifas, sesgos y errores de las especificaciones en los análisis econométricos para la determinación de las elasticidades (J. M. Dalhuisen et al., 2003).

Los escenarios de la teoría de la demanda, se argumenta en un modelo de competencia perfecta, como indica Barrantes Caseres (2018), es una abstracción de las principales variables que permiten explicar un resultado de máximo bienestar social. Pero en realidad ningún mercado es perfectamente descrito por la competencia perfecta. Las fallas del mercado generan una característica de competencia imperfecta. Los servicios de agua potable generan dos fallas de mercado importante, Monopolio Natural y la Asimetría de la información, que serán analizado y descritos en los apartados siguientes.



### 2.3.5 *Monopolio*

Esta falla de mercado, es un caso extremo de la competencia imperfecta, existiendo un solo vendedor que tiene control absoluto de la industria, y puede influir en los precios o elegir el nivel de precios de producción que maximice sus beneficios globales (Granados Carrión et al., 2017)

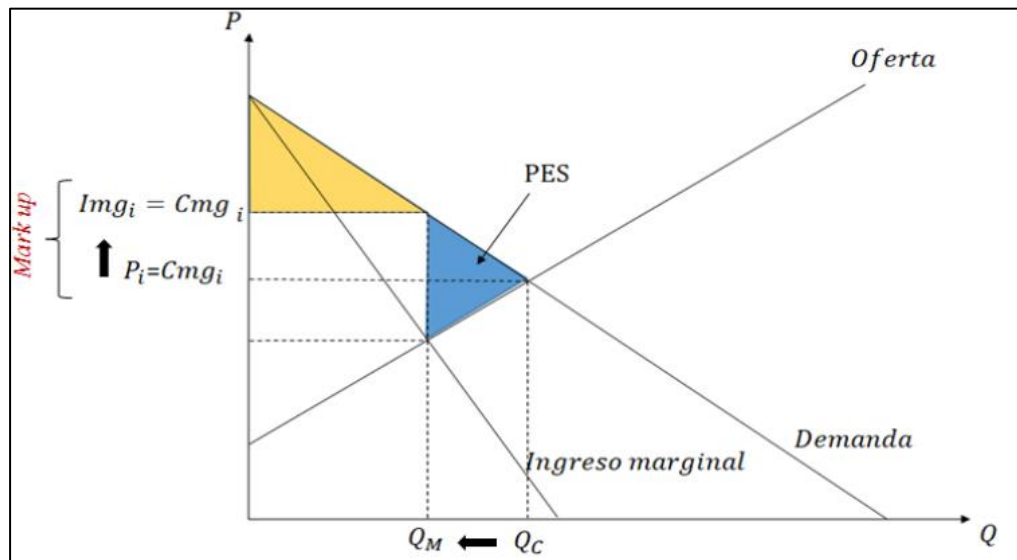
El monopolio, se define por la presencia de un solo productor, frente a consumidores que no influyen en el precio y la cantidad de equilibrio, el productor puede fijar el precio con el objetivo de maximizar sus ganancias, ya que controla la producción en el mercado (Barrantes Caseres, 2018).

El monopolista puede fijar los precios mayores a la que rige en la competencia, y los consumidores demandan el bien ya que no se cuenta con un sustituto adecuado y no tienen el poder compensatorio al poder que ejerce el monopolista, de allí se puede afirmar que la demanda del bien es inelástica. En este tipo de modelo de mercado el productor maximiza sus ganancias, pero no maximiza el bienestar social como sucede en un modelo de mercado de competencia perfecta; el monopolista produce a un costo mínimo, por lo que se puede concluir que la sociedad disfruta de una eficiencia productiva, sin embargo, esta eficiencia productiva le cuesta mucho a la sociedad, ya que produce una ineficiencia en la asignación de los recursos e ineficiencia distributiva, el primero se genera porque el precio de mercado es mayor que el costo marginal de producción y el segundo se genera “porque el productor se apropia de parte del excedente del consumidor. Esta combinación de ineficiencias genera una pérdida de bienestar social, o pérdida de eficiencia

social (PES), es decir, un completo desperdicio de recursos” (Barrantes Caseres, 2018).

### Figura 7

*La pérdida de eficiencia social (PES) en presencia de monopolio*



*Nota: Barrantes Caseres (2018)*

### 2.3.6 Monopolio Natural

Se define como, “aquel que se desarrolla, debido a que es la forma más eficiente de obtener cualquier nivel de producción para abastecer al mercado, por medio de una única empresa oferente” (Escalona Anzola et al., 2015), por lo tanto, “un monopolio natural sucede cuando en un mercado es más eficiente que opere una sola empresa que un esquema de competencia” (Duran Nizama y Ramos Castro, 2020).

Según Gallardo (1999), los monopolios naturales se caracterizan por tener tres aspectos muy importantes: i) Existencia de economía de escala (Existencia de costo de subsidio), ii) Costos de hundimiento, en la que exista la necesidad de invertir sumas considerables en activos que no se pueden

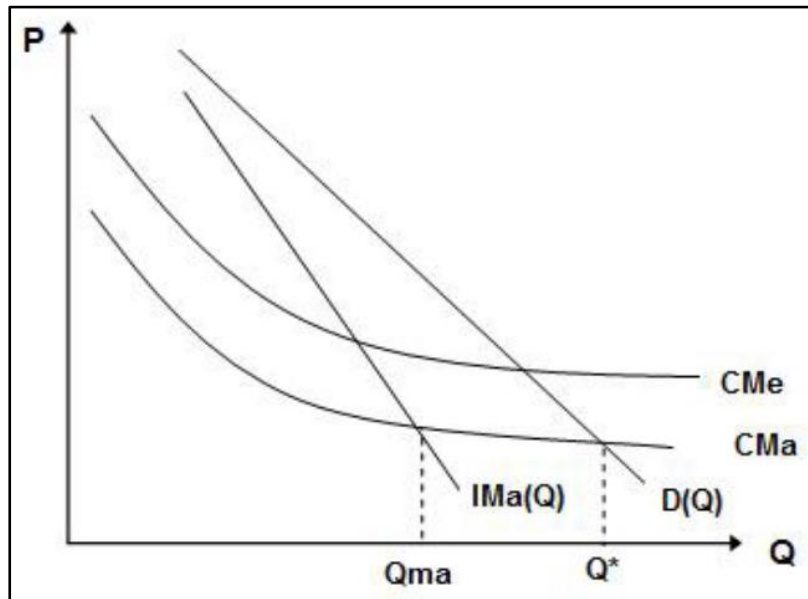
recuperar ii) Producción de bienes y servicios que pueden ser consumidos masivamente.

Un claro ejemplo de monopolio natural son los servicios de agua potable. La construcción de una red de distribución de agua es una inversión muy costosa, por lo que es ineficiente que dos empresas construyan dos redes diferentes en una misma localidad. Si la población crece, se puede dividir la localidad en dos áreas geográficas y asignar una empresa a cada área. Sin embargo, un monopolio natural también está sujeto a los cambios tecnológicos. Por ejemplo, el mercado de la telefonía pasó de la telefonía fija a la telefonía móvil debido al desarrollo tecnológico.

En este mercado es más barato que una sola empresa produzca a que lo hagan varias al mismo tiempo. Es decir, el costo medio de producción (CMe) decreciente requiere, que para cualquier nivel de producción el costo adicional de producir la última unidad, es decir, el costo marginal, sea inferior al costo medio. Este hecho implica que la curva de costo marginal (CMA) siempre esté por debajo del CMe (Clavijo Rincón, 2013).

**Figura 8**

*Monopolio natural*

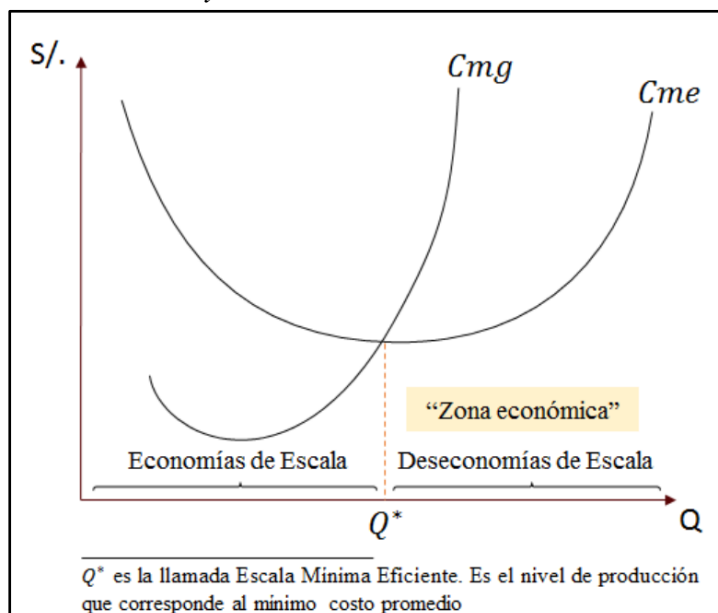


*Nota: Clavijo Rincón (2013)*

Para que pueda existir un monopolio natural la demanda debe ser menor a la escala mínima eficiente (interacción del costo marginal y el costo medio de una firma), es decir la demanda debe estar en la zona de economía de escala.

**Figura 9**

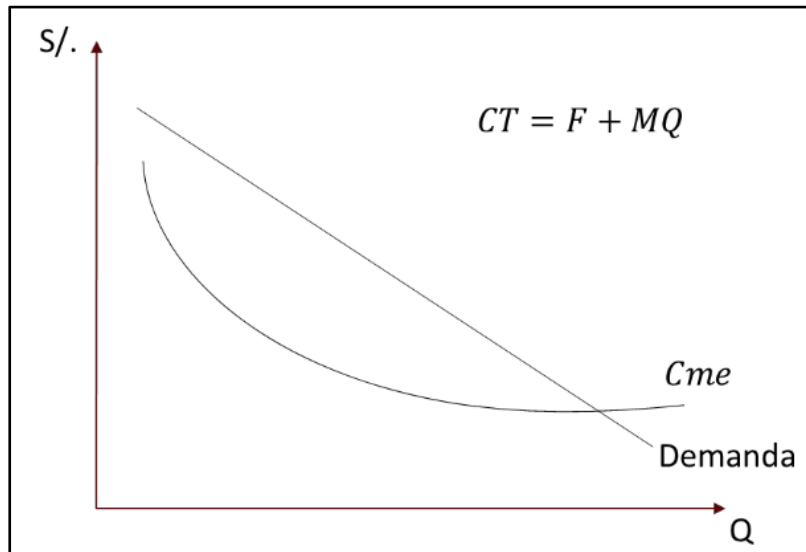
*El costo medio y las economías de escala*



*Nota: Barrantes Caseres (2018)*

**Figura 10**

*La demanda en el caso de monopolio natural uniproducto*



*Nota: Barrantes Caseres (2018)*

Por sus características, esta falla del mercado requiere una forma de regulación, por parte del estado. En ese sentido Gallardo (1999) indica que el “órgano regulador esta encargada de fijar las tarifas de los bienes o servicios teniendo como criterio, el logro de la máxima eficiencia, la eliminación de subsidios cruzados, la minimización de la posibilidad de entrada ineficiente, así como aspectos distribucionales” (p.17).

El estado con sus decisiones, actúa como variable, que influye en la competencia de una economía, su capacidad reguladora y legislativa, puede alterar las condiciones de desarrollo en el mercado, a través de medidas que garanticen la competencia justa y mantenga las condiciones actuales a través de la vía de regulación (Espitia, 1994). Este poder que tiene el estado y ejerce a los sectores básicos y fundamentales de la economía, nace de una necesidad social, para cubrir las necesidades elementales y primarias de la población. (Escalona Anzola et al., 2015). En el Cuadro 1 se muestra las principales teorías de la intervención del estado.

## Cuadro 1

### *Teorías de la intervención del estado*

<b>Teoría</b>	<b>Elementos</b>
Teoría de la competencia imperfecta de Robinson	Las deficiencias de los sistemas económicos pueden superarse por la intervención del Estado; y las empresas en competencia perfecta pueden vender sin alterar su precio.
Teoría de los costos de transacción	Aplicable a los recursos naturales, en donde el derecho de propiedad corresponde a todos y el Estado lo regula.
Teoría Clásica de la regulación	Esencial para los monopolios naturales, debe haber igualdad entre los precios del servicio y costes marginales; los costes fijos deben ser absorbidos por el regulador bajo la subvención o el subsidio.
Teoría Económica	No asignación óptima de los recursos por existencia de los monopolios naturales asimetría de la información y estructura del mercado no competitivos.
Teoría positiva de la regulación	La regulación es un bien en manos del Estado que ofrece y se demanda ante fallos del mercado
Teoría de la elección social pública	Cada grupo social procura lograr el beneficio de la renta y bienestar a través del estado que sea favorable para cada uno sin importar los grupos restantes.
Teoría de los grupos de presión	Los ciudadanos eligen a quien consideran puede darles un mayor rendimiento en el futuro; los políticos incorporan las peticiones de los grupos de presión originando un coste.
Teoría del propio benéfico	La regulación la obtiene una industria con poder político, para su propia utilidad, haciendo uso del Estado para acceder al mercado y controlarlo.

*Nota: Escalona Anzola et al. (2015)*

### **2.3.7 Regulación del monopolio natural**

Como falla de mercado extremo, los monopolios naturales debe ser regulados, con el objetivo de plasmar, los resultados que se tendría en materia de eficiencia productiva y eficiencia de las asignaciones, para obtener un mercado competitivo (Morin, 1994; Swartwout, 1992), esto se conoce como el principio de subrogación de los mercados, (ingreso de gobierno en la empresa para controlar los precios de la oferta), en las actividades que poseen las características de un monopolio natural, “el regulador actúa como sustituto del mercado, adoptando algunas de las funciones de los competidores” (Helm, 1994), en un intento de obligar a la empresa que manifieste un comportamiento similar a como si no existiera la regulación, es

decir que tenga un comportamiento idéntico a un modelo de mercado de competencia perfecta.

“La regulación busca controlar los costes y los precios del monopolio natural, en tal sentido, la regulación económica se lleva a cabo para controlar la producción, los precios, el mercado, la calidad, entre otros, de un bien o servicio” (Escalona Anzola et al., 2015). Por otra parte, el trabajo regulatorio suele ser muy complicado, debido a la falta de institucionalidad desarrollada y la realidad de una gran información asimétrica. El regulador debe actuar como un ente que establece un equilibrio entre los intereses que enfrenta el mercado; como son los intereses del estado, del usuario y de los inversionistas (Aróstegui-Hirano, 2012).

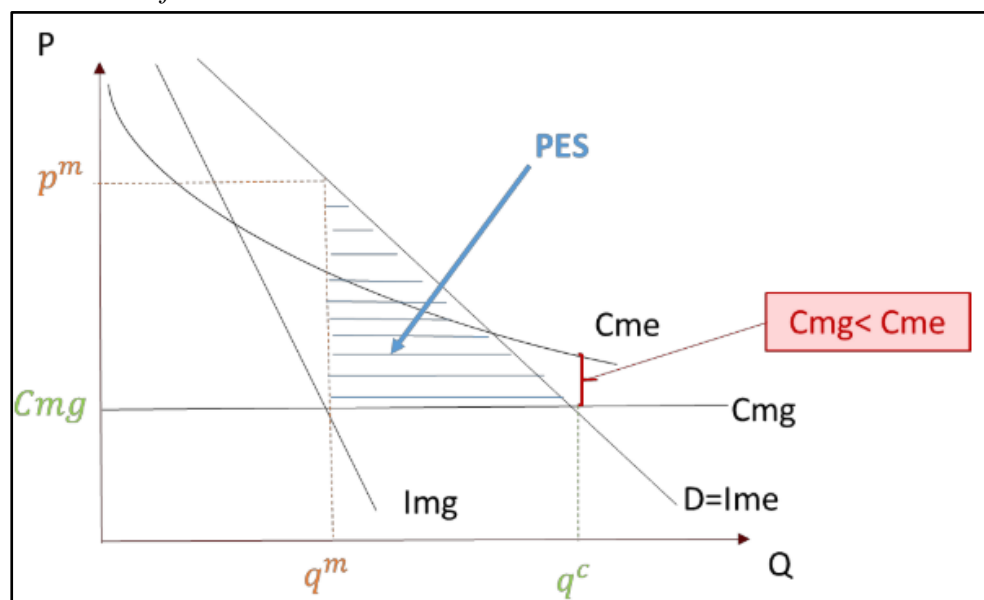
La necesidad de la regulación tiene una relevancia importante debido a que las empresas son las encargadas de proporcionar los servicios esenciales e indispensables para la sociedad y son las encargadas de las actividades productivas, por ende, su correcto funcionamiento tiene consecuencias económicas y sociales considerables (Jouravlev, 2001).

Este proceso, es de suma importancia la obtención y la aplicación de la información de la regulación, pero se deja de lado la obtención, almacenamiento y procesamiento de la información, ya que estas actividades representan un alto costo para las empresas, además de ello se debe establecer procedimientos para la obtención de la información de calidad, ya que existe la posibilidad de manipulación con el fin de obtener condiciones regulatorias a favor de estos (Escalona Anzola et al., 2015).

La regulación tiene como objetivo la minimización de la pérdida de la eficiencia social o maximizar el bienestar social, la necesidad de evaluar las opciones regulatorias se justifica porque el monopolio natural plantea un dilema de eficiencia, bajo este dilema el monopolio no puede cobrar un precio de competencia perfecta, ya que en este escenario el costo marginal es menor que el costo medio, no es rentable para la empresa que el precio este por debajo del costo medio (Barrantes Caseres, 2018)

**Figura 11**

*Dilema de eficiencia*



*Nota: Barrantes Caseres (2018)*

En un modelo de mercado óptimo, los precios deben ser igual a costos marginales (solución de primer orden), en las industrias de redes de tendido eléctrico o redes de distribución de agua potable, existe un alto componente fijo en los generados, por ello estas firmas enfrentan un problema a la eficiencia económica señalada, en este caso fijar precios a partir del criterio de primer mejor, generaría una pérdida económica a la firma, debido a que no podrían cubrir sus costos de producción al enfrentar altos costos fijos (los

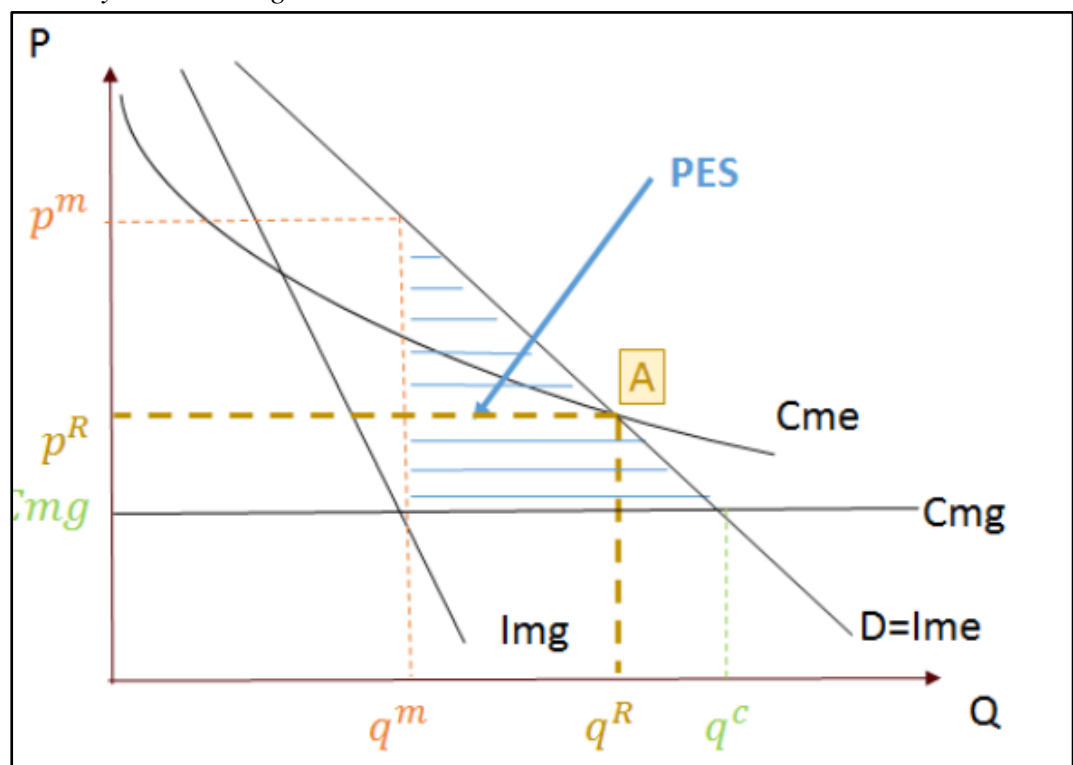




nivel del costo marginal y el cargo fijo cubriría los costos fijos” (Gallardo, 1999), es decir el regulador establece el precio regulado de tal forma que el ingreso total iguale al costo total ( $IT = CT$ ), en este caso se puede observar que el precio regulado está por debajo del precio del monopolio y la cantidad regulada está por encima de la cantidad de la competencia, con ello se alcanza una eficiencia y al mismo tiempo se garantiza que la firma cubra sus gastos con su venta sin subsidio (Barrantes Caseres, 2018).

**Figura 13**

*Precio y cantidad regulada*



*Nota: Barrantes Caseres (2018)*

Es claro, que la regulación se debe realizar a los precios del bien en un Monopolio Natural y también se describe con claridad, que los servicios de agua potable en una ciudad cumplen las características de un Monopolio Natural. En la literatura existen diversas formas de regular el precio, por una parte, se regula a los productores a través de algunos mecanismos, como;

Competencia a lo Demsetz, Competencia potencial, Competencia Intermodal, Empresa Publica entre otros. Por otra parte, se regula a la tarifa, a través de la Tarifa de Ramsey, Tarifa por Costos, Precios Tope, Por comparación, por tasa de retorno, entre otros.

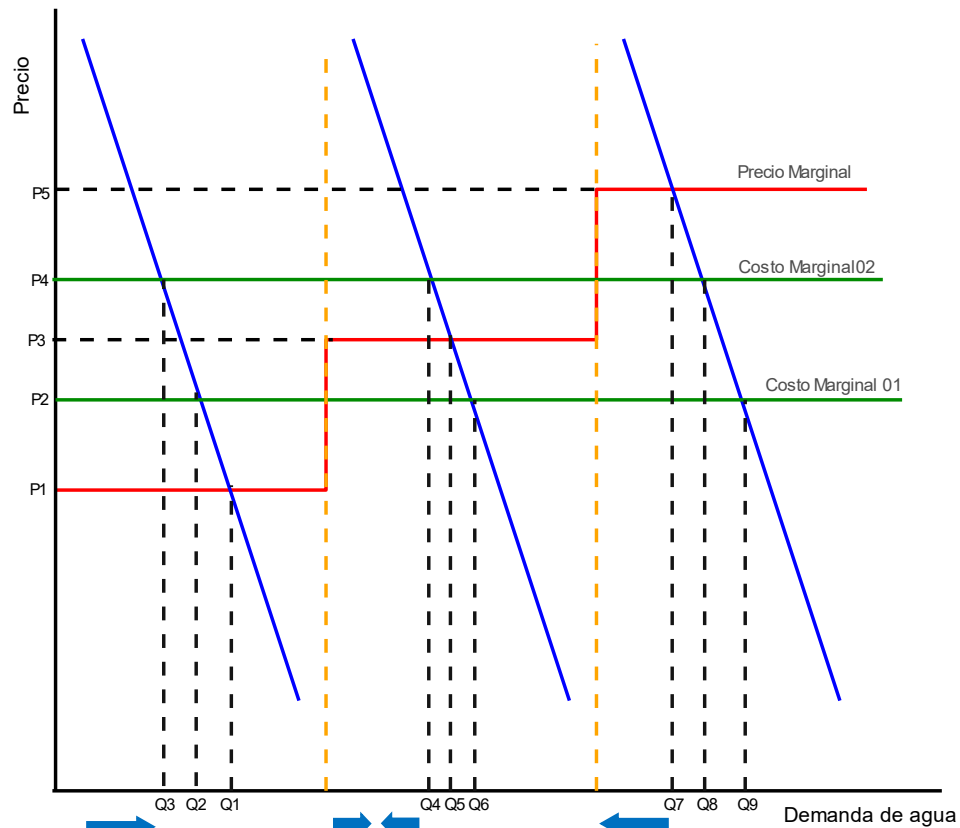
En el caso de Perú, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass), establece metodología de cálculo de las tarifas para empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS). Para el caso específico de la investigación, que se desarrolló en la EPS Chavín, la regulación de los precios está definido, por tarifas binomiales y tarifas por bloques crecientes, esta forma de regulación será analizado y descrito en los siguientes apartados.

### **2.3.8 Precio por bloque**

Los precios por bloque, tienen como objetivo realizar el cobro de diferentes precios marginales en diferentes bloques de consumo (Kim, 2019). Este tipo de precios se ha implementado en el mercado de agua potable, con la finalidad de desalentar la alta demanda sin aumentar la carga financiera para los hogares de bajos ingresos. En la figura 14 se ilustra la tabla de precios marginales bajo una tabla de precios de tres bloques para determinar el aumento o la disminución de la demanda.

**Figura 14**

*Programa de precios marginales bajo precios por bloques y curva de demanda*



*Nota: Adaptado de Kim (2019)*

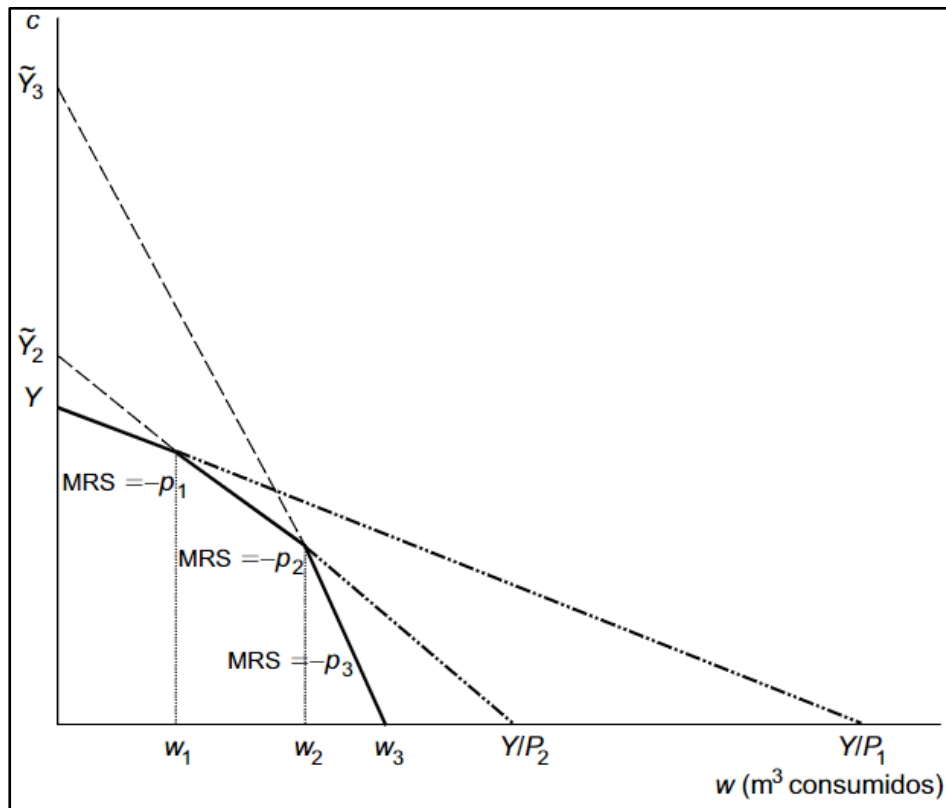
La Figura 14, muestra que el consumo de agua en el bloque superior tiende a disminuir de Q9 a Q8 y luego a Q7, desalentando la alta demanda, mientras que el consumo en el bloque inferior comienza a aumentar de Q3 a Q2 y luego a Q1 aliviando la carga financiera de hogares de ingresos bajos y en el bloque intermedio tiene doble comportamiento el consumo disminuye de Q5 a Q6 cuando se compara el bloque 1 y 2, y aumenta de Q4 a Q5, cuando se compara el bloque 2 y 3.

La teoría de la conducta del consumidor define, que la satisfacción de la necesidad ilimitada, está determinado por la restricción presupuestaria, definido por el ingreso monetario y precio del bien. La función de la

demandada para los servicios de agua potable depende de una restricción presupuestaria articulado linealmente (Jaramillo Mosqueira, 2005).

**Figura 15**

*Conjunto presupuestario creciente*



*Nota: Jaramillo Mosqueira (2005)*

Con tarifas crecientes el conjunto presupuestario se convierte en una secuencia convexa de subconjuntos presupuestarios, donde cada segmento del conjunto posee una pendiente cada vez más pronunciada (Jaramillo de Souza, 2017).

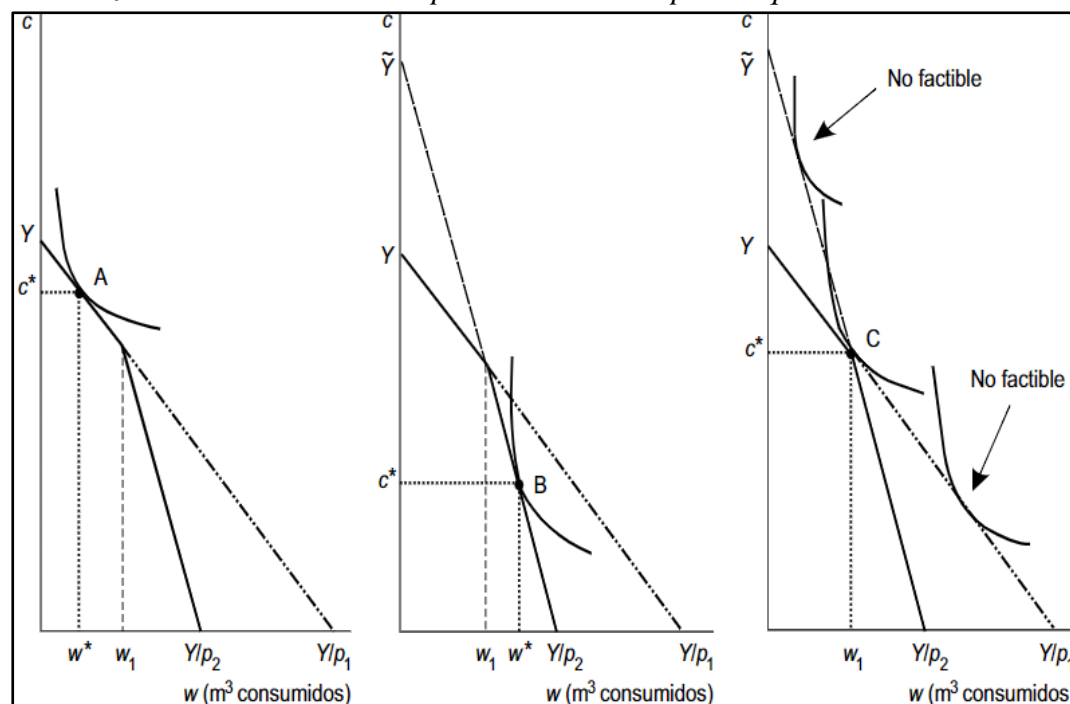
En el modelo convencional de la optimización de la utilidad, los consumidores igualan el precio marginal con la utilidad marginal del consumo para decidir qué cantidad demandar. Pero cuando se trata de un conjunto presupuestario no lineal en el precio de un bien, el beneficio marginal del consumo es igual al precio marginal únicamente para el primer

segmento de la restricción presupuestaria. El precio de pago por cada unidad de los subsiguientes bloques de consumo es diferente al precio marginal (Jaramillo de Souza, 2017).

La optimización de la utilidad, se puede resolver gráficamente, definiendo tangencias (Puntos A, B y C, Figura 16) de las diferentes curvas de utilidad con restricción presupuestaria articulada.

**Figura 16**

*Maximización de la utilidad con precios crecientes por bloque*



*Nota: Jaramillo Mosqueira (2005)*

De la figura anterior, si se considera el caso de una tarifa creciente de tres bloques, entonces la recta presupuestaria relevante para el consumidor está compuesta por el siguiente conjunto de ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= p_1 w + c & w &\leq w_1 \\
 Y_2 &= p_1 w_1 + p_2 (w - w_1) + c & w_1 &< w \leq w_2 \\
 Y_3 &= p_1 w_1 + p_2 (w_2 - w_1) + p_3 (w - w_2) + c & w &> w_2
 \end{aligned}$$

Donde,  $Y_i$  es el ingreso,  $p_i$  y  $w_i$  el precio y el consumo en el  $i$ -ésimo bloque. Si extendemos con una línea punteada cada uno de los segmentos de la restricción hasta encontrar el eje de las ordenadas obtendremos lo que se llama “ingreso virtual ( $\tilde{Y}_i$ ).

$$\tilde{Y} = p_2 w + c \quad w_1 < w \leq w_2$$

$$\tilde{Y} = p_3 w + c \quad w > w_2$$

La diferencia entre  $Y_2$  y  $\tilde{Y}_2$  es  $(p_2 - p_1)$  y entre  $Y_3$  y  $\tilde{Y}_3$  es  $(p_3 - p_2)$ . En otras palabras, el ingreso virtual incluye un subsidio *lump-sum* para los usuarios que tienen su consumo por encima del primer bloque. El uso del ingreso virtual valida la utilización de los precios marginales como covariante a partir de que diferencia perfectamente (al aumentar de manera proporcional el ingreso virtual correspondiente) entre consumidores ubicados en niveles idénticos de  $w_i$  o de  $p_i$  cuando estos pagan tasas marginales distintos en bloques previos.

De manera generalizada (Figura 16) el programa de maximización cuya solución resulta en el nivel más alto de utilidad alcanzable; datos de precios marginales ( $p_i$ ) y de ingresos virtuales ( $\tilde{Y}_i$ ) se puede expresar de la siguiente manera:

$$v(p, \tilde{Y}) = \text{MAX}_{w,c} U(w_i, c_i) \quad \text{Sujeto a} \quad \sum_{i=1}^{n-(n-i)} p_i w_i + c_i \leq \tilde{Y}_i$$

Si  $v(p, \tilde{Y}) = H(p, u_{\max})$ , entonces los consumos resultaran de la siguiente manera:

$$w < w_1 \quad \text{si y solo si} \quad U(w_1, c^*) < V(p_1, Y) > V(p_2, \tilde{Y})$$

$$w > w_1 \quad \text{si y solo si} \quad U(w_1, c^*) < V(p_2, \tilde{Y}) > V(p_1, Y)$$

$$w = w_1 \quad \text{si y solo si} \quad V(p_1, Y) < U(w_1, c^*) > V(p_2, \tilde{Y})$$

Es decir, el consumidor se encontrará en el punto (A) si la función de utilidad indirecta al nivel  $(p_1, Y)$  es estrictamente mayor que aquella en el nivel  $(p_2, \tilde{Y})$ ; consumirá dentro del bloque 2 cuando el nivel  $(p_2, \tilde{Y})$  obtiene mayor utilidad que al de  $(p_1, Y)$  (punto B) y por último, consumirá en el pliegue (punto C) si el nivel de consumo  $(w_1, c^*)$  ofrece mayor utilidad que las otras dos funciones marshallianas. Aquí, el ingreso virtual que intercepta el eje horizontal ayuda a mostrar cómo cambia el consumo cuando existe una estructura de precios por bloque, el consumo de agua con precios por bloque segmentada cambia en la siguiente relación.

$$\frac{Y}{p_1} - \frac{p_2}{p_1} c - \left[ 1 + \frac{p_2}{p_1} \right] \Delta w_1 = w \quad \text{en la que} \quad \Delta w_1 = w_1 - w$$

Es decir, el consumo de agua cambia negativamente a una tasa  $(p_2/p_1)$  hasta el punto donde se ubica el pliegue ( $w_1$  en el punto C); después de ese punto (es decir, cuando  $\Delta w_1 \geq 0$ ) la tasa se incrementa en  $(1+(p_2/p_1))$ .

Muchos autores, como Bachrach y Vaughan (1994), Cavanagh et al. (2002), Moffitt (1990), entre otros advierten que, en un esquema de tarifa por bloques, los consumidores eligen de manera simultaneo la cantidad de agua que desea consumir y el precio que van a pagar, generando origen a un problema de determinación endógeno en ambas variables.

Otro aspecto importante, del comportamiento de los usuarios en el consumo de agua es la Asimetría de la Información, esta falla de mercado, genera que los consumidores no están informados de la estructura tarifaria empleado por la empresa prestadora de servicios de saneamiento, debido quizás a la falta de información suficiente acerca de la estructura tarifaria, la complejidad de la tarificación por bloque o por la dificultad para entender los recibos facturados.



Por ello la variable relevante en la toma de decisiones es el precio promedio del servicio y no el precio marginal, ya que el usuario está consciente solo del consumo total y del gasto total en agua potable (Jarramillo de Souza, 2017). Bajo el esquema de Asimetría de la Información, Opaluch (1982) desarrollo un modelo teórico que permite someter a prueba de hipótesis, las medidas de precio (marginal o promedio) para determinar la variable relevante para las elecciones del consumidor. Así mismo Shin (1985), introduce el precio percibo, que explica como una función no lineal del precio marginal, precio promedio y el parámetro de percepción. Por último, Okumura (2006) informa, que el mecanismo de precio por bloque no incentiva al uso eficiente, ya que, al pagarse por bloque de consumo, una vez que se ubique en determina nivel se pagara como si se hubiese consumido todo el bloque. Estas afirmaciones explican de manera teórica las preferencias de consumo de agua por los usuarios de este servicio.

### **2.3.9 Regulación de servicio de agua en la EPS Chavín**

La regulación de los servicios de agua potable en la EPS Chavín, está sujeto al marco normativo de la Sunass. La entidad reguladora utiliza, la Regulación por Costos o Tasa de Retorno (RTR), estableciendo la tarifa a partir de estimar para la empresa una tasa de rentabilidad sobre la inversión que obtendría la EPS en largo plazo, actuando en un mercado competitivo, con el objetivo de que la tarifa de los servidos iguale al costo medio.

Para garantizar la eficiencia productiva, Sunass establece metas de gestión (niveles de calidad del agua, cobertura, continuidad del servicio y tratamiento

de las aguas residuales) y sugiere un programa de inversiones para la EPS, ambos en concordancia con las tarifas aprobadas.

La regulación tarifaria de los servicios de agua en Perú, utiliza como fundamento teórico el enfoque de tarifas binomiales y el de tarifas por bloques (Jaramillo de Souza, 2017). Por medio del enfoque de tarifas binomiales, Sunass asegura que la EPS reciba un ingreso fijo por el número de conexiones activas. Al mismo tiempo, genera un incentivo para que la EPS incremente sus indicadores de micromedición a fin de poder facturar en concordancia con el volumen consumido por los usuarios. Por otra parte, mediante la implementación del enfoque de tarifas por bloques, la diferenciación de usuarios da lugar a lo que se conoce como el esquema de subsidio cruzado. En este esquema, el consumo de los usuarios pertenecientes a la categoría social y a los primeros segmentos de la categoría doméstica recibe subsidios provenientes de las tarifas aplicadas a los últimos segmentos de la categoría doméstica y de los usuarios no residenciales.

La estructura del subsidio cruzado está vinculada a la búsqueda de equidad social, ya que los usuarios de bajos recursos exhiben una elasticidad precio de demanda significativamente menos elástica en comparación con los usuarios más acomodados (Bonitaz Fernández, 2016). La crítica principal a este esquema radica principalmente en la generación de dos tipos de errores: i) Errores de inclusión, que implican la incorporación indebida de beneficiarios, y ii) Errores de exclusión, derivados de la falta de herramientas efectivas para identificar quienes realmente necesitan subsidios. Además, el sistema de subsidios se ejecuta a través de los periodos de facturación, lo que

implica que se subsidia el consumo en lugar de los usuarios. Por último, la falta de cumplimiento con la equidad social se evidencia en la posibilidad de que los beneficiarios sean usuarios con capacidad económica, ya que podrían encontrarse en el primer rango de niveles de consumo.

La EPS Chavín, como entidad prestadora de servicios de saneamiento, está sujeta a las directivas de la Sunass, en tal sentido a través de la Resolución de Consejo Directivo N° 021-2015-Sunass-CD, tiene aprobado las metas de gestión, formula tarifaria y estructura tarifaria en el quinquenio regulatorio 2015-2020, el que estuvo vigente en el periodo que se desarrolló la investigación. Es este documento, la Sunass aprueba la formula tarifaria para los servicios de agua potable, con un incremento de 11.0% para el primer año y 14.5% para el tercer año, para cubrir los costos de operación y mantenimiento de la EPS, costos de inversión de los proyectos a ser financiados con recursos internamente generados y la gestión de riesgos de desastres. Por otra parte, es importante mencionar que la EPS podrá acceder al saldo del referido incremento tarifario en los siguientes años del quinquenio regulatorio, en forma proporcional al índice de cumplimiento global (ICG). Así mismo, dicha resolución establece la estructura tarifaria con un cargo fijo de S/. 1.640 por mes y la categorización como se muestra en el Cuadro 2.

## Cuadro 2

### Estructura tarifaria de la EPS Chavín

Clase - Categoría	Rangos (m <sup>3</sup> /mes)	Tarifa (S/.m <sup>3</sup> )-Año 1
<b>Residencial</b>		
Social	0 a mas	0.330
Domestico	0 a 8	0.330
	8 a 20	0.658
	20 a mas	1.275
<b>No residencial</b>		
Comercial	0 a 30	0.922
	30 a mas	1.770
Industrial	0 a 50	0.958
	50 a mas	1.904
Estatad	0 a 50	0.922
	50 a mas	1.443

Nota: Sunass (2015)

También el mismo documento, especifica los volúmenes asignados, correspondiente a los usuarios que no tienen un medidor instalado. Para la categoría Social y Domestica corresponde un volumen de 20 m<sup>3</sup>/mes, para la categoría comercial corresponde un volumen de 30 m<sup>3</sup>/mes, para la categoría industrial corresponde un volumen de 50 m<sup>3</sup>/mes y para la categoría estatal corresponde un volumen de 95 m<sup>3</sup>/mes. Del mismo modo detalla la aplicación de la tarifa, especificando, que en el rango de consumo de 0 a 8m<sup>3</sup>, se aplicará la tarifa correspondiente a dicho rango, para el rango de consumo de 8 a 20 m<sup>3</sup>, primero se aplicará la tarifa correspondiente por los primeros 8m<sup>3</sup> consumidos, luego se aplicará al volumen en exceso de los 8m<sup>3</sup> y la suma de los resultados parciales determinará el importe a facturar. Para el Rango de consumo de más de 20 m<sup>3</sup>, primero se aplicará la tarifa correspondiente por los 8m<sup>3</sup>, segundo la tarifa correspondiente por los 20 m<sup>3</sup> y por último la tarifa al volumen en exceso de los 20m<sup>3</sup> y la suma de los resultados parciales determinará el importe a facturar.

En la memoria anual del año 2021, la EPS Chavín, presenta la estructura tarifaria a diciembre del 2021, el cual estuvo vigente hasta el mes de octubre del año 2022. En esta actualización se observa el incremento de la tarifa y cargo fijo, en concordancia con la formula tarifaria que se ha establecido.

### Cuadro 3

#### *Estructura tarifaria de la EPS Chavín, diciembre 2021*

<b>Clase - Categoría</b>	<b>Rangos (m3/mes)</b>	<b>Tarifa (S/.m3</b>	<b>Cargo Fijo</b>	<b>Asig. de cons. (m3/mes)</b>
<b>Residencial</b>				
Social	0 a mas	0.444	1.94	20
	0 a 8	0.444	1.94	
Domestico	8 a 20	0.881	1.94	20
	20 a mas	1.709	1.94	
<b>No residencial</b>				
Comercial	0 a 30	1.236	1.94	
	30 a mas	2.374	1.94	30
Industrial	0 a 50	1.285	1.94	
	50 a mas	2.554	1.94	50
Estatal	0 a 50	1.236	1.94	
	50 a mas	1.933	1.94	45

*Nota: EPS Chavin (2021)*

Por otra parte, la Sunass (2021), mediante la Resolución de Consejo Directivo N°028-2021-SUNASS-CD, aprueba el Reglamento general de Tarifas de los Servicios de Saneamiento, incorporando la metodología de focalización de los usuarios beneficiarios de la tarifa subsidiado de la categoría domestica a través de la clasificación SISFOH, estratificación por ingreso a nivel de mazana y los mapas de pobreza o el catastro comercial.

Bajo el esquema propuesto por la Sunass, la EPS Chavín, tiene un estudio tarifario aprobado para el quinquenio 2023 al 2027 (Sunass, 2022). Este estudio contine aportes importantes, como el ítem de fondos de inversiones y reserva, que incorpora la implementación de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (MRSE), gestión del riesgo de desastres (GRD),

adaptación al cambio climático (ACC), plan de control de calidad (PCC), programa de adecuación sanitaria (PAS). Así mismo, incorpora el concepto de equidad, transparencia y simplicidad, así como la eficiencia económica y suficiencia financiera de la empresa a través de la estructura tarifaria y subsidios cruzados. También incorpora los mecanismos de identificación de los usuarios subsidiados mediante los linealmente que especifica la norma menciona líneas arriba. Así mismo, incorpora los mecanismos de minimización de los errores de exclusión e inclusión, así como la determinación del consumo de subsistencia, definida como el volumen mínimo, que requiere la población para cubrir sus necesidades básicas.

Las mejoras incorporadas en el último estudio tarifario, están alineados con los ultimas condiciones de consumo de agua de la ciudad de Huaraz, que involucra aspectos ambientales y sociales, pero aún no aborda aspectos importantes como la percepción de la población de la funcionalidad de la estructura tarifaria debido a la Asimetría de la Información, como evidencian diversos estudios para poder obtener los resultados esperados de este mecanismo de control de consumo.

## **2.4 Definición de términos**

### **Agua potable**

La OMS (2022), define como aquella que, por sus características físicas, químicas y microbiológicas, no presenta un riesgo para la salud humana al ser consumida.

### **Dotación**

Es la cantidad de agua que consume cada habitante, que incluye el volumen de agua que requiere para realizar todas las actividades en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas (RNE, 2009).

### **Consumo**

Se refiere al uso del agua del agua a una escala de microcomponentes y usos interiores y exteriores en las residencias como beber, ducharse, lavar ropa, tirar de la cadena del inodoro, regar jardines y mantener la piscina (Giurco et al., 2008)

### **Demanda**

Es la medida de calidad y cantidad de agua utilizada por los clientes domésticos dentro del sistema de agua de la región, es decir se refiere al uso del agua a una escala macro (Brooks, 2006)

### **Tipos de consumo**

Son las distintas formas de consumo de una población, como el consumo doméstico, consumo industrial, consumo comercial y consumo estatal, donde la cantidad de volumen depende de las características de cada tipo de usuario (Sunass, 2021).

### **Nivel de educación**

Es el grado de instrucción más alto que ha llegado una persona en la educación estandarizado por un gobierno en una determinada área geográfica de un país (INEI, 2010).

### **Estrato social**

Un estrato social está constituido por un conjunto de personas, agregados sociales, que comparten un sitio o lugar similar dentro de la jerarquización o escala social, donde comparten similares creencias, valores, actitudes, estilos y actos de vida (Casadesús, 2014).

### **Cantidad de aparatos sanitarios**

Es el número de inodoros, lavatorios, lavaderos, urinarios u otro tipo de aparatos destinados al uso doméstico, que tiene una vivienda distribuida en toda el área de la edificación (RNE, 2009).

### **Cantidad de habitantes**

Es el número total de personas que habitan un determinado lugar en un período específico (INEI, 2020).

### **Ingreso familiar**

El concepto de ingreso familiar designa a todos aquellos ingresos económicos con los que cuenta una familia, esto obviamente incluye al sueldo, salario, de todos aquellos miembros de la misma que trabajan (<https://www.definicionabc.com/economia/ingreso-familiar.php>).

### **Población**

Una población es un conjunto de individuos de la misma especie que viven en una zona concreta y coinciden en el tiempo (INEI, 2020).

### **Clima**

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera de un lugar de la superficie terrestre; es decir, una descripción estadística de las condiciones



meteorológicas más frecuentes de una región en cierto periodo de tiempo (Linés Escardó, 1998).

### **Nivel socioeconómico**

Es una medida total que combina la parte económica y sociológica de la preparación laboral de una persona y de la posición económica y social individual o familiar en relación a otras personas (Vera-Romero y Vera-Romero, 2013).

### **Calidad del agua**

La calidad del agua, de acuerdo a la OMS y otros organismos internacionales, se puede resumir como las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], 2016).

### **Presión del agua**

La variación de las presiones, el aumento o la disminución del mismo, hacen variar la cantidad de agua consumida, cuando se tiene una presión alta por fugas y cuando se tiene una presión baja por desperdicio. Por lo que se debe abastecer dentro de las presiones recomendadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones una presión mínima de 10 m.c.a y una presión máxima de 50 m.c.a. es necesario instalar en la red, accesorios que rompan la presión para que la tubería trabaje hidráulicamente bien (RNE, 2009).

## 2.5 Hipótesis

### Hipótesis general

Los factores económicos, sociales y ambientales determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.

### Hipótesis específico

1. Los factores económicos determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.
2. Los factores sociales determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.
3. Los factores ambientales determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.

## 2.6 Variables

### Variable independiente

- Factores sociales.
- Factores económicos
- Factores Ambientales

### Variable dependiente

Nivel de consumo de agua potable.

## Cuadro 4

### Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Medición
<b>Variable Dependiente</b>			
Y: Nivel de consumo de agua potable	Técnico	Volumen de agua consumido	m <sup>3</sup> /familia/mes
<b>Variable Independiente</b>			
X1: Factores Sociales	Características sociodemográficas	Cantidad de niños de 0 a 11 años	Cantidad
		Cantidad de adolescentes de 12 a 19 años	Cantidad
		Cantidad de jóvenes de 20 a 44 años	Cantidad
		Cantidad de adultos de 45 a 60 años	Cantidad
		Cantidad de adultos mayores a 60 años	Cantidad
		Procedencia	Ordinal
		Grado de instrucción del jefe del hogar	Ordinal
		Cantidad de personas sin estudio	Cantidad
		Cantidad de personas con primaria	Cantidad
		Cantidad de personas con secundaria	Cantidad
		Cantidad de personas con estudios técnicos	Cantidad
		Cantidad de personas con estudios universitarios	Cantidad
		Número de varones	Cantidad
		Número de mujeres	Cantidad
	Características del hogar	Tipo de hogar	Ordinal
		Tipo de acabado	Ordinal
		Condición del hogar	Ordinal
		Número de habitaciones	Cantidad
		Número de servicios higiénicos	Cantidad
		Tamaño del hogar	Metro cuadrado
		Área construida	Metro cuadrado
		Antigüedad	Ordinal
		Número de estacionamientos del hogar	Cantidad
		Número de duchas	Cantidad
		Número de inodoros	Cantidad
		Número de lavatorios	Cantidad
		Número de tinas	Cantidad
		Número de urinarios	Cantidad
		Número de otros aparatos	Cantidad
		Piscina del hogar	Ordinal
		Área de piscina	Metro cuadrado
		Tanque de elevado	Ordinal
		Volumen de tanque	Metro cubico
		Cisterna de agua	Ordinal
		Volumen de cisterna	Metro cubico
		Jardín de hogar	Ordinal
Tamaño de jardín	Metro cuadrado		
Método de riego del jardín	Ordinal		
Lavadora de electrónica del hogar	Ordinal		
Capacidad de la lavadora electrónica	Volumen		
Continuidad del servicio	Ordinal		
Horas de funcionamiento del servicio	Horas		
Número de lavaderos	Cantidad		
Condiciones tecnológicas del hogar	Conocimiento de aparato sanitario eficiente	Ordinal	
	Conocimiento de los aparatos sanitarios inteligentes	Ordinal	
	Número de aparatos sanitarios inteligente	Cantidad	

		Continuidad	Ordinal
		Calidad de agua	Ordinal
		Horario de uso de agua	Hora
		Satisfacción del servicio	Ordinal
		Racionamiento del agua	Ordinal
	Conducta del usuario	Reducción del volumen de consumo	Ordinal
		Reparación de fugas	Ordinal
		Habito de cierre de grifos	Ordinal
		Habito de cerrar la ducha	Ordinal
		Habito de uso del inodoro	Ordinal
		Habito de limpieza del hogar	Ordinal
		Periodos de uso de la ducha	Ordinal
		Ingreso mensual	Soles por mes
		Costo del volumen de agua consumida	Costo por m3
		Actividad del usuario	Ordinal
		Número de personas que trabaja en el hogar	Cantidad
		Número de personas que trabajan en comercio	Cantidad
		Número de personas que trabajan en empresa privada	Cantidad
		Número de personas que trabajan en institución publica	Cantidad
X2: Factores Económicos	Económico	Número de personas que estudian inicial	Cantidad
		Número de personas que estudian primaria	Cantidad
		Número de personas que estudian secundaria	Cantidad
		Número de personas que estudian carrera técnica	Cantidad
		Número de personas que estudian carrera universitaria	Cantidad
		Vehículo del hogar	Ordinal
		Tipo de agua para el lavado del vehículo	Ordinal
		Otros servicios	Ordinal
		Pago por otros servicios	Soles por mes
X2: Factores Ambientales	Técnico	Consumo de agua por estaciones	Ordinal

## Capítulo III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo de investigación

Según la naturaleza del problema, los objetivos y las variables de investigación, se clasifica como investigación aplicada. En este enfoque, no se cuestiona el conocimiento básico, sino que se busca aplicarlo a un ámbito específico (Maleta, 2019), así mismo tiene un enfoque cuantitativa, ya que se realizó un conjunto de procesos organizados de manera secuencial para comprobar ciertas hipótesis que vinculan conteos numéricos y métodos matemáticos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) y es de nivel explicativa, porque estuvo dirigido a responder las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole, centrándose en explicar por qué ocurre un fenómeno y qué condiciones se manifiesta o por que se relaciona dos o más variables (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

#### 3.2 Diseño de investigación

Para la contrastación de la hipótesis se utilizó un diseño no experimental y según el tiempo de estudio fue de tipo transversal, ya que la investigación se realizó sin manipular deliberadamente las variables, es decir no se realizó la variación en forma intencional de las variables independientes para ver su efecto sobre las otras variables. Se observó o se midió los fenómenos y variables tal como se da en el contexto natural, en la cual no se generó ninguna situación, sino que se va observar las situaciones ya existentes (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

### 3.3 Población y muestra

#### Población

Con la presente investigación, se determinó las variables que intervienen en los niveles de consumo de agua potable de la ciudad de Huaraz, mediante un análisis multivariante y modelos econométricos, cuyos resultados serán utilizado para la gestión adecuada de los servicios de agua potable desde el enfoque de la demanda.

Se considero, como población de estudio los 12,764 hogares domésticos (medidores) en el área urbana del distrito de Huaraz y 13,197 hogares domésticos (medidores) del área urbana del distrito de Independencia, haciendo un total de 25,961 hogares (medidores), el que atiende la EPS Chavín, en la ciudad de Huaraz, para el suministro de agua potable del centro poblado urbano capital de distrito ámbito de intervención de la EPS Chavín.

#### Muestra

El tamaño de la muestra se calculó utilizando la siguiente fórmula estadística para poblaciones finitas:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{E^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Donde:

N = Tamaño de la población = 30,588 hogares domésticos (medidores)

Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95%

E = 0.05 Error estándar

p = 0.50 Probabilidad de éxitos

q = 0.50 Probabilidad de fracasos

Los estratos para el muestreo, se calculó de acuerdo a los niveles de consumo de agua potable definido por la EPS Chavín de la siguiente manera:

- Para el ámbito de intervención de la EPS CHAVIN en el distrito de Huaraz se distribuye de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Cantidad de muestra para el distrito de Huaraz*

Total de tipo de consumo domestico	Niveles de consumo	Total
300	Nivel 1	100
	Nivel 2	100
	Nivel 3	100
	<b>Total</b>	<b>300</b>

- Para el ámbito de intervención de la EPS CHAVIN en el distrito de Independencia se distribuye de la siguiente manera:

**Tabla 2**

*Cantidad de muestra para el distrito de Independencia*

Total de tipo de consumo domestico	Niveles de consumo	Total
300	Nivel 1	100
	Nivel 2	100
	Nivel 3	100
	<b>Total</b>	<b>300</b>

Los niveles de consumo de agua potable, están especificados en el estudio tarifario de la EPS Chavín (Sunass, 2015). Para el consumo doméstico define tres niveles: i) Nivel 1, consumidores con volúmenes que van de 0 a 8 m<sup>3</sup>, ii) Nivel 2, consumidores con volúmenes que van de 8 a 20 m<sup>3</sup> y iii) Nivel 3, consumidores con volúmenes mayores a 20 m<sup>3</sup>.

### **Formulación del modelo econométrico**

Para la contrastación de la hipótesis de la investigación se planteó los siguientes modelos econométricos:

#### **Modelo lineal**

$$Q = \beta_0 + \beta_1 FSCH + \beta_2 FSPA + \beta_3 FA + \beta_4 FE + \beta_5 FSPP + E_i$$

### Modelo logístico

$$\text{Log} \left( \frac{NCM}{NCB} \right) = \beta_0 + \beta_1 FSCH + \beta_2 FSPA + \beta_3 FA + \beta_4 FE + \beta_5 FSPP + E_i$$

$$\text{Log} \left( \frac{NCA}{NCB} \right) = \beta_0 + \beta_1 FSCH + \beta_2 FSPA + \beta_3 FA + \beta_4 FE + \beta_5 FSPP + E_i$$

Donde:

Q: Nivel de consumo de agua potable expresado en unidades de volumen

FSCH: Factor social aparatos sanitarios representado por varias variables

FSPA: Factor social personas activas representado por varias variables

FA: Factor ambiental representado por varias variables

FE: Factor económico representado por varias variables

FSPP: Factor social personas pasivas compuesto por diversos variables

NCB: Nivel de consumo bajo

NCM: Nivel de consume medio

NCA: Nivel de consumo alto

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación, se utilizó lo siguiente:

**La encuesta**, utilizando como instrumento un cuestionario, para una distribución simple, teniendo como informantes a las familias que son usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Huaraz, las unidades



informantes fueron, los hogares del área urbana del distrito de Huaraz e Independencia.

El muestreo se realizó de manera estratificado y sistemática, ya que se contó con la información de la ubicación de cada uno de los elementos de la encuesta, el procedimiento se realizó de la siguiente manera:

- Cálculo de la cantidad de muestra, este procedimiento se realizó a través de la formula estadística para la población finita.
- Cálculo de la cantidad de estratos, se realizó de acuerdo a la clasificación de los niveles de consumo de agua potable definido por la EPS Chavín, que son tres niveles de consumo y por ende se ha considera tres estratos.
- Distribución de los estratos de acuerdo a la cantidad de la muestra calcula, se realizó de forma proporcional en el distrito de Huaraz e Independencia, tal como se presenta en la Tabla 1 y Tabla 2.
- Se determinó la definición de las viviendas objeto de la encuesta en base a la información proporcionada por la EPS Chavín. Dicha información incluía la ubicación precisa de las viviendas, lo que facilitó su selección y posibilitó la distribución espacial en todo el distrito de Independencia y Huaraz, considerando los diferentes estratos y garantizando una muestra proporcional. La efectividad de las encuestas estaba directamente vinculada a la colaboración de las viviendas seleccionadas para su aplicación. Sin embargo, no siempre se obtenía la participación deseada. En tales casos, si la vivienda seleccionada no mostraba interés por diversas razones, se procedía a la vivienda más cercana. En caso de

persistir problemas con la participación, se continuaba con la vivienda siguiente, y así sucesivamente, hasta alcanzar el límite máximo de la cuadra que cumpliera con el nivel de consumo específico establecido para la vivienda originalmente seleccionada.

Las encuestas fueron diseñadas considerando las variables, dimensiones e indicadores necesarios para alcanzar los objetivos de la investigación. Estos elementos se fundamentan en la revisión bibliográfica existente, aunque cabe destacar que en algunos aspectos la información recopilada se vincula con la percepción de los usuarios, especialmente en lo que respecta a la dimensión de la conducta del usuario.

Además, se incorporaron otras variables significativas, como el nivel de consumo de agua (consumo real del medidor), el cual se obtuvo a partir de los recibos emitidos por la EPS Chavín. Para garantizar la fiabilidad de los datos, se verificó la información registrada en dichos documentos correspondientes a los últimos tres meses.

Como ya se mencionó la técnica que se utilizó fue la encuesta y como instrumento el cuestionario, el cual fue diseñado a partir de una revisión bibliográfica rigurosa, antes de realizar la recolección de los datos, se procedió con la validación de los instrumentos, el cual se realizó a través de la opinión de expertos cuyo informe se encuentra en el anexo 02.

### **3.5 Plan de procesamiento y análisis estadístico de datos**

Los datos obtenidos de las encuestas y la información del consumo de volumen de agua, fueron organizados e ingresados, al programa computarizado R v. 4.3.2 y Rstudio, que permitieron elaborar la base de datos,

realizar el análisis estadístico, presentación gráfica y cuadros de los resultados obtenidos. Para el procesamiento de los datos se utilizó diversas librerías, tales como tidyverse, psych, lavaan, lavaanPlot, "NbClust", factoextra, ggplot2, cluster, FactoMineR, Rtsne, VGAM, nnet, DescTools, generalhoslem, marginaleffects, rpart, rpart.plot, rattle, caret, partykit.

La metodología de procesamiento de datos que se plantea en la investigación es mediante un análisis multivariante, ya que la evaluación de las variables se realizó con 75 indicadores, los cuales aportan información valiosa para cada variable. Para abordar la metodología multivariante, se realizó como primer paso el análisis factorial exploratorio para la identificación de las variables latentes, para ello se utilizó la técnica de Análisis de Componente Principal para la extracción de los factores, como segundo paso se realizó el análisis factorial confirmatorio, para la validación de los factores que se han extraído en el procedimiento anterior, como tercer paso se realizó el análisis de conglomerados, para poder identificar patrones de niveles de consumo de agua y así poder realizar la clasificación más óptima, por último, se realizó el planteamiento de modelos econométricos mediante un modelo lineal múltiple, modelo logístico y árbol de decisiones para poder evaluar la influencia de los factores más determinantes en los niveles de consumo de agua potable en la ciudad de Huaraz e Independencia.

## Capítulo IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Presentación de resultados

##### 4.1.1 Definición y descripción de indicadores

Los diferentes indicadores que se han utilizado en la investigación se detallan en la Tabla 3, los cuales serán utilizado de manera abreviada en el reporte de los resultados de la investigación.

**Tabla 3**

*Indicadores de la variable independiente*

N°	Indicador	Descripción
1	FSD1	Cantidad de niños de 0 a 11 años
2	FSD2	Cantidad de adolescentes de 12 a 19 años
3	FSD3	Cantidad de jóvenes de 20 a 44 años
4	FSD4	Cantidad de adultos de 45 a 60 años
5	FSD5	Cantidad de adultos mayores a 60 años
6	FSD6	Procedencia
7	FSD7	Grado de instrucción del jefe del hogar
8	FSD8	Cantidad de personas sin estudio
9	FSD9	Cantidad de personas con primaria
10	FSD10	Cantidad de personas con secundaria
11	FSD11	Cantidad de personas con estudios técnicos
12	FSD12	Cantidad de personas con estudios universitarios
13	FSD13	Número de varones
14	FSD14	Número de mujeres
15	CH1	Tipo de hogar
16	CH2	Tipo de acabado
17	CH3	Condición del hogar
18	CH4	Número de habitaciones
19	CH5	Número de servicios higiénicos
20	CH6	Tamaño del hogar
21	CH7	Área construida
22	CH8	Antigüedad
23	CH9	Número de estacionamientos del hogar
24	CH10	Número de duchas
25	CH11	Número de inodoros
26	CH12	Número de lavatorios
27	CH13	Número de tinas
28	CH14	Número de urinarios
29	CH15	Número de otros aparatos
30	CH16	Piscina del hogar
31	CH17	Área de piscina
32	CH18	Tanque de elevado
33	CH19	Volumen de tanque

34	CH20	Cisterna de agua
35	CH21	Volumen de cisterna
36	CH22	Jardín de hogar
37	CH23	Tamaño de jardín
38	CH24	Método de riego del jardín
39	CH25	Lavadora de electrónica del hogar
40	CH26	Capacidad de la lavadora electrónica
41	CH27	Continuidad del servicio
42	CH28	Horas de funcionamiento del servicio
43	CH29	Número de lavaderos
44	FT1	Conocimiento de aparato sanitario eficiente
45	FT2	Conocimiento de los aparatos sanitarios inteligentes
46	FT3	Número de aparatos sanitarios inteligente
47	FC1	Calidad de agua
48	FC2	Horario de uso de agua
49	FC3	Satisfacción del servicio
50	FC4	Racionamiento del agua
51	FC5	Reducción del volumen de consumo
52	FC6	Reparación de fugas
53	FC7	Habito de cierre de grifos
54	FC8	Habito de cerrar la ducha
55	FC9	Habito de uso del inodoro
56	FC10	Habito de limpieza del hogar
57	FC11	Periodos de uso de la ducha
58	FC12	Reciclaje de agua
59	FE1	Ingreso mensual
60	FE2	Costo del volumen de agua consumida
61	FE3	Actividad del usuario
62	FE4	Número de personas que trabaja en el hogar
63	FE5	Número de personas que trabajan en comercio
64	FE6	Número de personas que trabajan en empresa privada
65	FE7	Número de personas que trabajan en institución publica
66	FE8	Número de personas que estudian inicial
67	FE9	Número de personas que estudian primaria
68	FE10	Número de personas que estudian secundaria
69	FE11	Número de personas que estudian carrera técnica
70	FE12	Número de personas que estudian carrera universitaria
71	FE13	Vehículo del hogar
72	FE14	Tipo de agua para el lavado del vehículo
73	FE15	Otros servicios
74	FE16	Pargo por otros servicios
75	FA	Consumo de agua por estaciones

Nota: Para la investigación se planteó 75 indicadores para las variables independientes, agrupados en tres grupos grandes (variables del estudio) que son los factores Sociales, factores económicos y factores ambientales, y a la vez los factores sociales son segmentados en 3 dimensiones denominadas características sociodemográficas, características del hogar, condiciones

tecnológicas del hogar y conducta del usuario. La lista total de indicadores de las variables independientes se ha agrupado en 6 grupos, el cual fue planteado en una primera instancia de acuerdo a la bibliografía revisada, los cuales sufrirán ciertas variaciones de acuerdo al análisis que se plantea en los siguientes apartados.

**Tabla 4**

*Resumen de las variables e indicadores*

Variable	Dimensión	N° de indicadores
	Características sociodemográficas	14
	Características del hogar	29
Factor social	Condiciones tecnológicas del hogar	3
	Conducta del usuario	12
Factor económico	Factor económico	16
Factor ambiental	Factor ambiental	1

*Nota:* La investigación, se ejecutó en el área urbana de la ciudad de Huaraz e Independencia, dentro del ámbito de influencia de la EPS Chavín; para el análisis de los datos, se utilizó la misma estructura de distribución y segmentación de las variables e indicadores.

#### 4.1.2 Estadísticos descriptivos de las variables

En los siguientes apartados se presenta, la estadística descriptiva de los indicadores, agrupados de acuerdo a la Tabla 4, para realizar un análisis preliminar del comportamiento de los datos.

**a. Estadística descriptiva de los indicadores y variables de datos de la ciudad de Huaraz**

**Tabla 5**

*Estadística descriptiva de los indicadores sociodemográficos de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FSD1	396	6.00	1.00	7.00	694.00	1.75	1.24	2.53	7.20
FSD2	396	6.00	1.00	7.00	692.00	1.74	0.96	1.65	3.76
FSD3	396	6.00	1.00	7.00	1149.00	2.90	1.29	1.04	1.39
FSD4	396	6.00	1.00	7.00	884.00	2.23	1.17	1.03	2.36
FSD5	396	6.00	1.00	7.00	525.00	1.32	0.80	3.44	15.40
FSD6	396	5.00	1.00	6.00	617.00	1.55	1.03	2.11	4.57
FSD7	396	4.00	1.00	5.00	1583.00	3.99	1.00	-0.31	-1.13
FSD8	396	6.00	1.00	7.00	552.00	1.39	0.93	3.15	11.42
FSD9	396	6.00	1.00	7.00	784.00	1.97	1.50	1.97	3.38
FSD10	396	6.00	1.00	7.00	1091.00	2.75	1.59	0.88	0.21
FSD11	396	6.00	1.00	7.00	675.00	1.70	1.07	2.21	6.43
FSD12	396	6.00	1.00	7.00	1016.00	2.56	1.46	0.98	0.77
FSD13	396	6.00	1.00	7.00	1310.00	3.30	1.21	0.51	0.26
FSD14	396	6.00	1.00	7.00	1285.00	3.24	1.46	0.71	0.32

*Nota:* En la Tabla 5, se observa que los datos de los indicadores sociodemográficos de la variable factor social son 396. Los indicadores tienen un rango máximo de 7 y un rango mínimo de 1, la sumatoria varía entre 525.00 a 1583.00, tiene una media que varía entre 1.32 a 3.99, la desviación estándar varía de 0.80 a 1.50. Los valores de la desviación estándar indican que los datos están concentrados en



la mediana, la asimetría tiene un valor negativo de -0.31 y un valor positivo máximo de 3.44 y la curtosis tiene un valor mínimo de -1.13 y un valor máximo de 15.40. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal.

**Tabla 6**

*Estadística descriptiva de los indicadores de características del hogar de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
CH1	396	1.00	1.00	2.00	720.00	1.82	0.39	-1.66	0.75
CH2	396	2.00	0.00	2.00	341.00	0.86	0.45	-0.55	1.12
CH3	396	2.00	1.00	3.00	900.00	2.27	0.76	-0.51	-1.12
CH4	396	4.00	1.00	5.00	1449.00	3.66	1.26	-0.63	-0.60
CH5	396	4.00	1.00	5.00	845.00	2.13	1.10	1.06	0.63
CH6	396	2.00	1.00	3.00	824.00	2.08	0.63	-0.06	-0.50
CH7	396	4.00	1.00	5.00	1420.00	3.59	1.22	-0.49	-0.75
CH8	396	3.00	1.00	4.00	915.00	2.31	1.09	0.45	-1.09
CH9	396	3.00	1.00	4.00	490.00	1.24	0.53	2.48	6.79
CH10	396	6.00	1.00	7.00	1177.00	2.97	1.22	1.56	2.79
CH11	396	6.00	1.00	7.00	1252.00	3.16	1.19	1.39	2.07
CH12	396	6.00	1.00	7.00	1226.00	3.10	1.35	1.06	1.21
CH13	396	6.00	1.00	7.00	589.00	1.49	1.08	2.79	8.51
CH14	396	6.00	1.00	7.00	653.00	1.65	1.11	2.17	5.52
CH15	396	6.00	1.00	7.00	454.00	1.15	0.76	6.18	39.88
CH16	396	1.00	1.00	2.00	397.00	1.00	0.05	19.90	396.00



CH17	396	2.00	0.00	2.00	2.00	0.01	0.10	19.90	396.00
CH18	396	1.00	1.00	2.00	468.00	1.18	0.39	1.66	0.75
CH19	396	5.00	0.00	5.00	183.00	0.46	1.06	2.19	3.72
CH20	396	1.00	1.00	2.00	405.00	1.02	0.15	6.43	39.54
CH21	396	3.00	0.00	3.00	14.00	0.04	0.25	8.26	74.83
CH22	396	1.00	1.00	2.00	483.00	1.22	0.41	1.36	-0.15
CH23	396	3.00	0.00	3.00	153.00	0.39	0.80	1.92	2.48
CH24	396	5.00	0.00	5.00	135.00	0.34	0.81	3.21	11.74
CH25	396	1.00	1.00	2.00	607.00	1.53	0.50	-0.13	-1.99
CH26	396	5.00	0.00	5.00	607.00	1.53	1.51	0.11	-1.75
CH27	396	1.00	1.00	2.00	749.00	1.89	0.31	-2.53	4.40
CH28	396	4.00	0.00	4.00	122.00	0.31	0.92	2.89	6.99
CH29	396	1.00	1.00	2.00	412.00	1.04	0.20	4.69	20.06

*Nota:* En la Tabla 6, se observa que los datos de los indicadores características del hogar, de la variable factor social son 396. Los indicadores tienen un rango máximo de 6 y un rango mínimo de 0, la sumatoria varía entre 2.00 a 1449.00, tiene una media que varía entre 0.01 a 3.66, la desviación estándar varía de 0.05 a 1.51. Los valores de la desviación estándar es un indicativo de que los datos están agrupados en la mediana, la asimetría tiene un valor negativo de -2.53 y un valor positivo máximo de 19.90 y la curtosis tiene un valor mínimo de -1.99 y un valor máximo de 396.00. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal.

**Tabla 7***Estadística descriptiva de los indicadores de características tecnológicas de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FT1	396	2.00	1.00	3.00	656.00	1.66	0.74	0.64	-0.91
FT2	396	3.00	0.00	3.00	368.00	0.93	1.10	0.77	-0.85
FT3	396	2.00	1.00	3.00	620.00	1.57	0.70	0.83	-0.55

*Nota:* En la Tabla 7, se observa que los datos de los indicadores características tecnológicas, de la variable factor social son 396. Los indicadores tienen un rango máximo de 3 y un rango mínimo de 0, la sumatoria varía entre 368.00 a 656.00, tiene una media que varía entre 0.93 a 1.66, la desviación estándar varía de 0.70 a 1.10. Los valores de la desviación indican que los datos están agrupados en la mediana, la asimetría varía entre 0.64 a 0.83 y la curtosis tiene un valor mínimo de -0.91 y un valor máximo de -0.55. Los valores de la curtosis son un indicativo de que los valores están en la cola izquierda de la distribución normal.

**Tabla 8***Estadística descriptiva de los indicadores de conducta del usuario de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FC1	396	3.00	1.00	4.00	1341.00	3.39	0.61	-0.79	1.30
FC2	396	3.00	1.00	4.00	1432.00	3.62	0.92	-2.21	3.29
FC3	396	4.00	1.00	5.00	1217.00	3.07	0.78	0.03	0.33
FC4	396	4.00	1.00	5.00	1431.00	3.61	0.93	-0.27	-0.21
FC5	396	4.00	1.00	5.00	1275.00	3.22	1.09	-0.15	-0.52

FC6	396	4.00	1.00	5.00	1686.00	4.26	0.95	-1.47	2.13
FC7	396	4.00	1.00	5.00	979.00	2.47	1.14	0.36	-0.70
FC8	396	4.00	1.00	5.00	1099.00	2.78	1.26	0.14	-1.00
FC9	396	4.00	1.00	5.00	1556.00	3.93	1.14	-0.94	0.15
FC10	396	4.00	1.00	5.00	1384.00	3.49	0.93	-0.03	-0.19
FC11	396	4.00	1.00	5.00	1493.00	3.77	1.01	-0.56	-0.10
FC12	396	4.00	1.00	5.00	1065.00	2.69	1.36	0.17	-1.17

*Nota:* Interpretación: En la Tabla 8, se observa que los datos de los indicadores conducta del usuario, de la variable factor social son 396. Los indicadores tienen un rango máximo de 5 y un rango mínimo de 1, la sumatoria varía entre 979.00 a 1686.00, tiene una media que varía entre 2.47 a 4.26, la desviación estándar varía de 0.61 a 1.36. Los valores de la desviación estándar indica que los datos están agrupados con respecto a la mediana, la asimetría varía entre -2.21 a 0.36 y la curtosis tiene un valor mínimo de -1.17 y un valor máximo de 3.29. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal.

**Tabla 9***Estadística descriptiva de los indicadores de la variable factor económico*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FE1	396	4.00	1.00	5.00	1041.00	2.63	1.02	0.28	-0.36
FE2	396	2.00	1.00	3.00	783.00	1.98	0.83	0.04	-1.56
FE3	396	3.00	1.00	4.00	1123.00	2.84	1.14	-0.40	-1.30
FE4	396	5.00	1.00	6.00	977.00	2.47	1.26	1.17	1.15
FE5	396	6.00	1.00	7.00	717.00	1.81	1.14	1.74	3.50
FE6	396	6.00	1.00	7.00	775.00	1.96	1.03	1.68	5.13
FE7	396	6.00	1.00	7.00	692.00	1.75	1.05	1.85	4.49
FE8	396	6.00	1.00	7.00	520.00	1.31	0.99	4.13	17.90
FE9	396	6.00	1.00	7.00	581.00	1.47	0.83	3.00	13.58
FE10	396	6.00	1.00	7.00	631.00	1.59	0.98	2.62	9.71
FE11	396	6.00	1.00	7.00	540.00	1.36	0.85	3.59	17.11
FE12	396	6.00	1.00	7.00	763.00	1.93	1.06	1.56	3.05
FE13	396	1.00	1.00	2.00	490.00	1.24	0.43	1.24	-0.47
FE14	396	5.00	0.00	5.00	358.00	0.90	1.82	1.69	1.03
FE15	396	3.00	1.00	4.00	996.00	2.52	1.12	0.01	-1.36
FE16	396	2.00	1.00	3.00	808.00	2.04	0.83	-0.08	-1.53

*Nota:* En la Tabla 9, se observa que los datos analizados de la variable factor económico son 396. Los indicadores tienen un rango máximo de 7 y un rango mínimo de 0, la sumatoria varía entre 358.00 a 1123.00, tiene una media que varía entre 0.90 a 2.84, la desviación estándar varía de 0.43 a 1.82. Los valores de la desviación estándar indica que los valores están agrupados sobre la mediana,

la asimetría varía entre -0.40 a 4.13 y la curtosis tiene un valor mínimo de -1.56 y un valor máximo de 17.90. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal.

**Tabla 10**

*Estadística descriptiva de los indicadores de la variable factor ambiental*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FA	396	4.00	1.00	5.00	1270.00	3.21	1.21	-0.37	-0.65

*Nota:* En la Tabla 10, se observa que los datos analizados de la variable factor ambiental son 396. La variable tiene un rango máximo de 5 y un rango mínimo de 1, la sumatoria es 1270.00, tiene una media de 3.21, la desviación tiene un valor de 1.21. El valor de la desviación estándar indica que los datos están agrupados sobre la mediana, la asimetría es de -0.37 y la curtosis tiene un valor de -0.65. La asimetría y la curtosis indican que los datos de la variable se encuentran en la cola izquierda de la distribución normal.

**Tabla 11**

*Estadística descriptiva de los indicadores de la variable niveles de consumo de agua potable*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
Consumo	396	2.00	1.00	3.00	856.00	2.16	0.75	-0.27	-1.18

*Nota:* Interpretación: En la Tabla 11, se observa que los datos analizados de la variable niveles de consumo de agua potable son 396. La variable tiene un rango máximo de 3 y un rango mínimo de 1, la sumatoria es 856.00, tiene una media de 2.16, la desviación tiene

un valor de 0.75. El valor de la desviación estándar indica que los datos están agrupados sobre la mediana, la asimetría es de -0.27 y la curtosis tiene un valor de -1.18. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este variable se encuentran agrupados en la cola izquierda de la distribución normal.

## b. Estadística descriptiva de los indicadores y variables de los datos de la ciudad de Independencia

**Tabla 12**

*Estadística descriptiva de los indicadores sociodemográficos de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FSD1	312	6.00	1.00	7.00	535.00	1.71	1.30	2.47	6.40
FSD2	312	6.00	1.00	7.00	527.00	1.69	0.96	2.26	8.13
FSD3	312	6.00	1.00	7.00	936.00	3.00	1.32	0.87	1.12
FSD4	312	6.00	1.00	7.00	691.00	2.21	1.09	0.98	2.61
FSD5	312	6.00	1.00	7.00	396.00	1.27	0.66	3.74	20.72
FSD6	312	5.00	1.00	6.00	471.00	1.51	0.97	2.06	4.05
FSD7	312	4.00	1.00	5.00	1295.00	4.15	0.96	-0.61	-0.75
FSD8	312	6.00	1.00	7.00	422.00	1.35	0.90	3.20	12.02
FSD9	312	6.00	1.00	7.00	586.00	1.88	1.40	2.03	3.87
FSD10	312	6.00	1.00	7.00	817.00	2.62	1.54	0.95	0.44
FSD11	312	6.00	1.00	7.00	539.00	1.73	0.99	1.83	5.27
FSD12	312	6.00	1.00	7.00	837.00	2.68	1.56	0.89	0.28
FSD13	312	6.00	1.00	7.00	1006.00	3.22	1.23	0.91	1.30
FS FSD14	312	6.00	1.00	7.00	1022.00	3.28	1.32	0.74	0.79

*Nota:* En la Tabla 12, se observa que los datos de los indicadores sociodemográficos de la variable factor social son 312. Los indicadores tienen un rango máximo de 7 y un rango mínimo de 1, la sumatoria varía entre 396.00 a 1295.00, tiene una media que varía entre 1.27 a 4.15, la desviación estándar varía de 0.66 a 1.56. Los valores de la desviación estándar indica que los datos se encuentran agrupados sobre la mediana, la asimetría tiene un valor negativo de -0.61 y un valor positivo máximo de 3.74 y la curtosis tiene un valor mínimo de -0.75 y un valor máximo de 20.70. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal.

**Tabla 13**

*Estadística descriptiva de los indicadores de características del hogar de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
CH1	312	1.00	1.00	2.00	557.00	1.79	0.41	-1.40	-0.05
CH2	312	2.00	0.00	2.00	257.00	0.82	0.47	-0.51	0.54
CH3	312	2.00	1.00	3.00	683.00	2.19	0.81	-0.36	-1.39
CH4	312	4.00	1.00	5.00	1154.00	3.70	1.21	-0.58	-0.61
CH5	312	4.00	1.00	5.00	693.00	2.22	1.17	0.96	0.24
CH6	312	2.00	1.00	3.00	646.00	2.07	0.62	-0.04	-0.38
CH7	312	4.00	1.00	5.00	1073.00	3.44	1.23	-0.45	-0.70
CH8	312	3.00	1.00	4.00	743.00	2.38	1.15	0.28	-1.37
CH9	312	2.00	1.00	3.00	400.00	1.28	0.55	1.82	2.36
CH10	312	6.00	1.00	7.00	942.00	3.02	1.26	1.41	2.21
CH11	312	6.00	1.00	7.00	1014.00	3.25	1.30	1.23	1.34



CH12	312	6.00	1.00	7.00	1030.00	3.30	1.39	1.04	0.89
CH13	312	6.00	1.00	7.00	467.00	1.50	1.19	3.08	9.82
CH14	312	6.00	1.00	7.00	532.00	1.71	1.16	2.04	4.69
CH15	312	6.00	1.00	7.00	339.00	1.09	0.48	8.48	87.36
CH16	312	0.00	1.00	1.00	312.00	1.00	0.00		
CH17	312	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
CH18	312	1.00	1.00	2.00	380.00	1.22	0.41	1.37	-0.12
CH19	312	4.00	0.00	4.00	170.00	0.54	1.10	1.77	1.78
CH20	312	1.00	1.00	2.00	316.00	1.01	0.11	8.70	74.22
CH21	312	2.00	0.00	2.00	5.00	0.02	0.15	10.40	118.18
CH22	312	1.00	1.00	2.00	380.00	1.22	0.41	1.37	-0.12
CH23	312	3.00	0.00	3.00	116.00	0.37	0.79	2.10	3.37
CH24	312	5.00	0.00	5.00	120.00	0.38	0.93	3.13	10.33
CH25	312	1.00	1.00	2.00	480.00	1.54	0.50	-0.16	-1.99
CH26	312	5.00	0.00	5.00	479.00	1.54	1.51	0.14	-1.68
CH27	312	1.00	1.00	2.00	563.00	1.80	0.40	-1.54	0.38
CH28	312	4.00	0.00	4.00	160.00	0.51	1.11	1.89	2.02
CH29	312	2.00	1.00	3.00	327.00	1.05	0.26	5.84	36.25

*Nota:* En la Tabla 13, se observa que los datos de los indicadores características del hogar, de la variable factor social son 312. Los indicadores tienen un rango máximo de 7 y un rango mínimo de 0.00, la sumatoria varía entre 0.00 a 1154.00, tiene una media que varía entre 0.01 a 3.66, la desviación estándar varía de 0.00 a 3.70. Los valores de la desviación estándar indica que los datos se agrupan con respecto a la mediana, la asimetría tiene un valor negativo de -1.54 y un valor positivo máximo de 10.40 y la curtosis tiene un valor





mínimo de -1.99 y un valor máximo de 118.18. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal. Los indicadores FS CH16 y FS CH17, tienen una desviación estándar 0.00 y no tienen datos asimétricos y curtosis, ya que todos los valores son similares.

**Tabla 14**

*Estadística descriptiva de los indicadores de características tecnológicas de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FT1	312	2.00	1.00	3.00	505.00	1.62	0.78	0.78	-0.92
FT2	312	3.00	0.00	3.00	244.00	0.78	1.05	1.04	-0.31
FT3	312	2.00	1.00	3.00	484.00	1.55	0.71	0.89	-0.50

*Nota:* En la Tabla 14, se observa que los datos de los indicadores características tecnológicas, de la variable factor social son 312. Los indicadores tienen un rango máximo de 3 y un rango mínimo de 0, la sumatoria varía entre 505.00 a 244.00, tiene una media que varía entre 0.78 a 1.62, la desviación estándar varía de 0.78 a 1.05. Los valores de la desviación estándar indica que los datos son agrupados sobre la mediana, la asimetría varía entre 0.78 a 0.1.04 y la curtosis tiene un valor mínimo de -0.92 y un valor máximo de -0.31. La curtosis indica que los datos de este indicador están agrupados en la cola izquierda de la distribución normal.

**Tabla 15***Estadística descriptiva de los indicadores de conducta del usuario de la variable factor social*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FC1	312	2.00	2.00	4.00	1057.00	3.39	0.61	-0.44	-0.66
FC2	312	3.00	1.00	4.00	1118.00	3.58	0.98	-2.11	2.71
FC3	312	4.00	1.00	5.00	899.00	2.88	0.71	-0.31	1.30
FC4	312	4.00	1.00	5.00	1095.00	3.51	1.02	-0.30	-0.43
FC5	312	4.00	1.00	5.00	1024.00	3.28	1.03	-0.11	-0.71
FC6	312	4.00	1.00	5.00	1312.00	4.21	0.92	-1.04	0.54
FC7	312	4.00	1.00	5.00	812.00	2.60	1.16	0.27	-0.70
FC8	312	4.00	1.00	5.00	870.00	2.79	1.23	0.22	-0.81
FC9	312	4.00	1.00	5.00	1218.00	3.90	1.20	-1.02	0.19
FC10	312	4.00	1.00	5.00	1118.00	3.58	0.93	-0.20	-0.06
FC11	312	4.00	1.00	5.00	1197.00	3.84	1.06	-0.74	0.01
FC12	312	4.00	1.00	5.00	866.00	2.78	1.31	0.08	-1.10

*Nota:* En la Tabla 15, se observa que los datos de los indicadores conducta del usuario, de la variable factor social son 312. Los indicadores tienen un rango máximo de 5 y un rango mínimo de 1, la sumatoria varía entre 812.00 a 1312.00, tiene una media que varía entre 2.60 a 4.21, la desviación estándar varía de 0.61 a 1.31. Los valores de la desviación estándar indica que los datos son agrupados con respecto a la mediana, la asimetría varía entre -2.11 a 0.27 y la curtosis tiene un valor mínimo de -1.10 y un valor máximo de 2.71.

La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal.

**Tabla 16**

*Estadística descriptiva de los indicadores de la variable factor económico*

Indicador	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
FE1	312	4.00	1.00	5.00	831.00	2.66	1.02	0.26	-0.21
FE2	312	2.00	1.00	3.00	639.00	2.05	0.79	-0.09	-1.39
FE3	312	3.00	1.00	4.00	919.00	2.95	1.03	-0.51	-0.97
FE4	312	5.00	1.00	6.00	758.00	2.43	1.25	1.21	1.14
FE5	312	6.00	1.00	7.00	491.00	1.57	0.93	2.09	5.86
FE6	312	6.00	1.00	7.00	633.00	2.03	1.10	1.42	2.85
FE7	312	6.00	1.00	7.00	607.00	1.95	1.16	1.68	3.71
FE8	312	6.00	1.00	7.00	420.00	1.35	1.03	3.50	12.38
FE9	312	6.00	1.00	7.00	461.00	1.48	0.87	2.74	10.63
FE10	312	6.00	1.00	7.00	476.00	1.53	0.86	2.52	9.58
FE11	312	6.00	1.00	7.00	414.00	1.33	0.80	3.60	16.69
FE12	312	6.00	1.00	7.00	616.00	1.97	1.15	1.46	2.52
FE13	312	1.00	1.00	2.00	385.00	1.23	0.42	1.26	-0.41
FE14	312	5.00	0.00	5.00	309.00	0.99	1.92	1.53	0.45
FE15	312	3.00	1.00	4.00	821.00	2.63	1.11	-0.09	-1.35
FE16	312	2.00	1.00	3.00	613.00	1.96	0.82	0.06	-1.49

*Nota:* En la Tabla 16, se observa que los datos analizados de la variable factor económico son 312. Los indicadores tienen un rango máximo de 7 y un rango mínimo de 0, la sumatoria varía entre 309.00 a 919.00, tiene una media que varía entre 0.99 a 2.95, la desviación estándar varía de 0.42 a 1.92. Los valores de la desviación estándar indican que los datos son agrupados en la mediana, la asimetría varía entre -0.51 a 3.60 y la curtosis tiene un valor mínimo de -1.49 y un valor máximo de 16.69. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este indicador están agrupados en la cola derecha e izquierda de la distribución normal.

### **Tabla 17**

*Estadística descriptiva de los indicadores de la variable factor ambiental*

<b>Indicador</b>	<b>N</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>
FA	312	4.00	1.00	5.00	938.00	3.01	1.23	-0.22	-0.83

*Nota:* En la Tabla 17, se observa que los datos analizados de la variable factor ambiental son 312. La variable tiene un rango máximo de 5 y un rango mínimo de 1, la sumatoria es 938.00, tiene una media de 3.01, la desviación tiene un valor de 1.23. El valor de la desviación estándar indica que los datos se agrupan en la mediana, la asimetría es de -0.22 y la curtosis tiene un valor de -0.85. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este variable están agrupados en la izquierda de la distribución normal.



**Tabla 18**

*Estadística descriptiva de los indicadores de la variable niveles de consumo de agua*

<b>Indicador</b>	<b>N</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>
Consumo	312	2.00	1.00	3.00	686.00	2.20	0.74	-0.33	-1.11

*Nota:* En la Tabla 18, se observa que los datos analizados de la variable niveles de consumo de agua potable son 312. La variable tiene un rango máximo de 3 y un rango mínimo de 1, la sumatoria es 686.00, tiene una media de 2.20, la desviación tiene un valor de 0.74. El valor de la desviación estándar indica que los datos están agrupados en la mediana, la asimetría es de -0.33 y la curtosis tiene un valor de -1.11. La asimetría y la curtosis indican que los datos de este variable están agrupados en la izquierda de la distribución normal.



#### 4.1.3 *Análisis de confiabilidad de los datos*

Para el análisis de confiabilidad de los datos, se calculó el alfa de Cronbach y coeficiente omega de McDonald, los dos coeficientes deben cumplir con valor mínimo de 0.70 y un valor máximo de 0.90 para que los datos obtenidos sean confiables.

##### **a. Análisis de confiabilidad de los datos de la ciudad de Huaraz**

**Tabla 19**

*Alfa de Cronbach y coeficiente omega de McDonald para los datos de Huaraz*

N° de elementos	Alfa de Cronbach	Omega de McDonald
75	0.860	0,862

*Nota:* La Tabla 19, presenta los resultados del alfa de Cronbach y el coeficiente omega de McDonald para los 75 indicadores que evalúan los niveles de consumo de agua en la ciudad de Huaraz. Los valores de estos coeficientes varían entre 0.70 y 0.90. Estos resultados sugieren que los datos de los indicadores poseen una consistencia interna sólida, respaldando la confiabilidad de la información recopilada y su idoneidad para llevar a cabo un análisis estadístico.

##### **b. Análisis de confiabilidad de los datos de la ciudad de Independencia**

**Tabla 20**

*Alfa de Cronbach y coeficiente omega de McDonald para los datos de Independencia*

N° de elementos	Alfa de Cronbach	Omega de McDonald
73	0.881	0.884

*Nota:* La Tabla 20 muestra los resultados del alfa de Cronbach y el coeficiente omega de McDonald para los 73 indicadores que evalúan el consumo de agua en la ciudad de Independencia. Los valores de estos indicadores fluctúan entre

0.70 y 0.90, lo que permite inferir que los datos son fiables para llevar a cabo un análisis estadístico. Sin embargo, es relevante señalar que los indicadores FS CH16 (Piscina en el hogar) y FS CH17 (Área de piscina) han sido excluidos debido a que presentaron una varianza con valor cero. Como resultado, la cantidad total de indicadores utilizados para el cálculo es de 73.

#### **4.1.4 *Análisis factorial exploratorio***

Como parte del análisis multivariante, se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio sobre los datos recopilados en la investigación. El propósito principal de este análisis fue identificar la presencia de variables latentes (no observadas) que podrían explicar la correlación entre las variables manifiestas (indicadores). Este enfoque busca agrupar estas variables en categorías subyacentes, lo que facilita un proceso efectivo de reducción de datos (Aldás y Uriel, 2017).

En la investigación, se dispone de un conjunto de 75 indicadores distribuidos en tres variables de estudio, lo cual plantea un desafío para llevar a cabo un análisis multivariante efectivo. En vista de esta complejidad, se reconoce la necesidad de realizar una reducción de indicadores mediante técnicas estadísticas multivariadas robustas. Con el fin de facilitar un análisis más apropiado de los datos, se ha elegido la implementación del análisis factorial. Esta técnica se seleccionó debido a su capacidad para reducir variables al considerar tanto las variables latentes como las manifiestas, permitiendo así una exploración más eficaz de la estructura subyacente de los datos.

En la literatura, se encuentran diversas técnicas para la extracción de factores. Entre ellas, se destacan el Método de Componente Principal, Método de Ejes

Principales, Método de Máxima Verosimilitud, la Extracción de Alpha, los Mínimos Cuadrados No Ponderados, los Mínimos Cuadrados Generalizados, entre otros. Algunos autores como Sharma (1996); Osberne y Banjanovic (2016) mencionan que no existe mucha diferencia en los valores extraído de los factores aplicando diferentes metodologías, si los datos cumplen con la normalidad multivariante y los supuestos del modelo.

En la investigación, se ha elegido el método de Componente Principal para la extracción de factores, siendo reconocido como un enfoque robusto y ampliamente utilizado en la literatura para el análisis factorial exploratorio. El procedimiento se ha desglosado en tres etapas: i) La primera etapa aborda el preprocesamiento de los datos, ii) La segunda etapa se enfoca en la determinación del número de factores, y iii) La tercera etapa se centra en la extracción de los factores. Esta estructura metodológica proporciona un marco sólido para abordar la complejidad de los datos, permitiendo una exploración eficaz de los factores subyacentes en el conjunto de indicadores considerado.

#### **4.1.4.1 Preprocesamiento de datos**

##### **a. Agrupación de indicadores similares**

En la primera fase de la preparación de datos, se llevó a cabo la identificación de indicadores similares con el objetivo de agruparlos en una única variable compuesta. Este enfoque se adoptó para prevenir la pérdida de datos y optimizar la representación de la información. Como resultado de este proceso, se identificaron aproximadamente 27 indicadores que mostraron similitudes y que pudieron ser agrupados de diversas maneras, dando lugar a



la creación de variables compuestas. Este paso contribuye a simplificar la estructura de datos, facilitando un análisis más eficiente y significativo en la investigación.

**Tabla 21**

*Agrupación de los indicadores con características similares*

<b>Indicador origen</b>	<b>Indicador compuesto</b>
FSD 1: Cantidad de niños de 0 a 11 años FSD2: Cantidad de adolescentes de 12 a 19 años	FSDA 1: Cantidad de jóvenes en el hogar
FSD3: Cantidad de jóvenes de 20 a 44 años FSD 4: Cantidad de adultos de 45 a 60 años FSD 5: Cantidad de adultos mayores de 60 años	FSDA 2: Cantidad de adultos en el hogar
FSD 8: Cantidad de personas sin estudio FSD 9: Cantidad de personas con primaria FSD 10: Cantidad de personas con secundaria	FSDA 3: Cantidad de personas con educación básica
FSD 11: Cantidad de personas con estudios técnicos FSD 12: Cantidad de personas con estudios universitarios	FSDA 4: Cantidad de personas con educación superior
FC 1: Calidad de agua FC 3: Satisfacción del servicio	FCA 1: Calidad del servicio
FC 4: Racionamiento del agua FC 5: Reducción del volumen de consumo	FCA 2: Reducción de consumo
FC 6: Reparación de fugas FC 7: Hábito de cierre de grifos FC 8: Hábito de cerrar la ducha FC 9: Hábito de uso del inodoro	FCA 3: Hábito de buenas prácticas en el hogar
FC 10: Hábito de limpieza del hogar FC 11: Periodos de uso de la ducha	FCA 4: Hábitos de uso en el hogar
FE 4: Número de personas que trabaja en el hogar FE 5: Número de personas que trabajan en comercio FE 6: Número de personas que trabajan en empresa privada FE 7: Número de personas que trabajan en institución pública	FEA 1: Numero de persas que trabajan
FE 8: Número de personas que estudian inicial FE 9: Número de personas que estudian primaria FE 10: Número de personas que estudian secundaria	FEA 2: Número de personas que asisten a una educación básica
FE 11: Número de personas que estudian carrera técnica FE 12: Número de personas que estudian carrera universitaria	FEA 3: Número de personas que asisten a una educación superior

*Nota:* La Tabla 21, muestra la agrupación de 27 indicadores en 10 grupos compuestos, por presentar características similares entre ellos. Los indicadores agrupados pertenecen a las características sociodemográficas,

características actitudinales y características económicas del hogar que por su naturaleza y características pueden ser agrupados con otros similares.

### **b. Eliminación de variables cualitativas nominales**

La técnica estadística de análisis factorial exploratorio, no admite las variables cualitativas nominales, por ello se debe eliminar dichas variables del análisis, en la investigación se encontró 21 indicadores que cumplen con dichas características.

**Tabla 22**

*Variables cualitativas nominales*

<b>N°</b>	<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
1	FSD6	Procedencia
2	FSD7	Grado de instrucción del jefe del hogar
3	CH1	Tipo de hogar
4	CH2	Tipo de acabado
5	CH3	Condición del hogar
6	CH4	Número de habitaciones
7	CH7	Área construida
8	CH8	Antigüedad
9	CH16	Piscina del hogar
10	CH17	Área de piscina
11	CH18	Tanque de elevado
12	CH20	Cisterna de agua
13	CH22	Jardín de hogar
14	CH23	Tamaño de jardín
15	CH24	Método de riego del jardín
16	CH25	Lavadora de electrónica del hogar
17	CH27	Continuidad del servicio
18	FC2	Horario de uso de agua
19	FE3	Actividad del usuario
20	FE13	Vehículo del hogar
21	FE14	Tipo de agua para el lavado del vehículo

*Nota:* La Tabla 22, presenta indicadores cualitativos nominales de la investigación, los que serán descartados en el análisis factorial exploratorio, se lograron identificar 21 indicadores para ser eliminados del proceso.

**c. Eliminación de indicadores con frecuencias de repeticiones mayor al 75%**

En esta etapa, se analizó a los indicadores que acumulan mayor cantidad de repeticiones en una sola categoría, para ello se realizó un análisis de frecuencias para verificar dicha hipótesis.

**Tabla 23**

*Indicadores con frecuencias al 75% en una sola categoría*

CH13			CH15			CH19		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
1	540	76.3	1	671	94.8	1	568	80.2
Otras	168	23.7	Otras	37	5.2	Otras	140	19.8
CH9			CH21			CH28		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
1	557	78.7	0	695	98.2	0	604	85.4
Otras	151	21.3	Otras	13	1.8	Otras	103	14.6

*Nota:* La Tabla 23, presenta indicadores que tienen frecuencias mayores al 75% en una solo categoría. Se identificaron 6 indicadores que cumplen con este criterio: CH 13 (76.30%), CH15 (94.80%), CH19 (80.20%), CH9 (78.70%), CH21 (98.2%) y CH28 (85.49%). Estos indicadores no fueron incluidos en el análisis factorial exploratorio, dado que su alta frecuencia en una sola categoría genera una variabilidad significativa en los factores.

**b. Eliminación con adecuación del muestreo (MSA) menor al 0.60**

La adecuación del muestreo (MSA), es un factor que puede ser utilizado para la selección preliminar de ítems, como parte del proceso de análisis en modelos de análisis factorial exploratoria. Este factor puede descartar elementos inapropiados antes de realizar la extracción de los factores, esto genera mucha ventaja simplificando las fases posteriores del análisis (Lorenzo-Seva y Ferrando, 2021).

Los valores de MSA están en un rango de 0 a 1, por lo tanto, los valores bajos, señalan elementos que no pertenecen a una misma familia que los demás elementos, o que no muestran los mismos dominios de contenido medidos por los elementos restantes, se puede marcar dos tipos de elementos pobres: Primero elementos ruidosos y segundos elementos redundante. Los valores que se esperan de un MSA como valor de corte es de 0.50.

Lorenzo-Seva y Ferrando (2021) proponen una metodología robusta, para el cálculo de MSA a través del remuestreo Bootstrap para estimar los índices de confianza (IC) para MSA, considerando como valor más bajo sobre el umbral de 0.50 de Kaiser, para poder retener el elemento para el análisis.

**Tabla 24**

*MSA e intervalo de confianza al 95%*

<b>Variables</b>	<b>MSA</b>	<b>IC al 95%</b>	<b>Variables</b>	<b>MSA</b>	<b>IC al 95%</b>
FSD13	0.835	0.741	FE15	0.860	0.789
FSD14	0.817	0.711	FE16*	0.672	0.563
CH5	0.873	0.823	FA	0.783	0.623
CH10	0.948	0.912	FSDA 1	0.814	0.669
CH11	0.842	0.787	FSDA 2	0.849	0.767
CH12	0.953	0.920	FSDA 3	0.913	0.822
CH14	0.917	0.812	FSDA 4	0.930	0.877
CH26	0.852	0.766	FEA 1	0.906	0.868
CH29	0.912	0.806	FEA 2	0.828	0.721
FT1*	0.639	0.591	FEA 3	0.859	0.788
FT2	0.664	0.611	FCA 1*	0.729	0.477
FT3	0.755	0.669	FCA 2*	0.657	0.477
FC12*	0.479	0.350	FCA 3*	0.638	0.497
FE1	0.853	0.767	FCA 4	0.781	0.640

*\* Variables propuestos para su eliminación*

*Nota:* La Tabla 24, presenta los MSA y los IC al 95% de los indicadores, para poder ser evaluados para su eliminación o retención según el IC al 95%, con el propósito de evaluar su eliminación o retención basada en el IC al 95%,

utilizando un valor de umbral de corte de 0.60 de Kaiser. Tras el análisis, se identificaron 6 indicadores que son candidatos a ser eliminados, ya que presentan un umbral inferior a 0.60 de Kaiser. Estos indicadores y sus respectivos valores son los siguientes: FC12 (0.350), FE16 (0.563), FT1 (0.591), FCA1 (0.477), FCA2 (0.477), y FCA3 (0.497). La consideración de estos resultados es fundamental para refinar y optimizar el conjunto de indicadores a ser incluidos en el análisis factorial exploratorio.

Después de realizar el análisis de preprocesamiento, se quedó con los indicadores de la Tabla 25 para poder realizar la extracción de los factores y así evaluar las variables latentes que se encuentran en la investigación.

**Tabla 25**

*Variables para el análisis factorial exploratorio*

N°	Variable	Descripción
1	FSD13	Número de varones
2	FSD14	Número de mujeres
3	CH5	Número de servicios higiénicos
4	CH10	Número de duchas
5	CH11	Número de inodoros
6	CH12	Número de lavatorios
7	CH14	Número de urinarios
8	CH26	Capacidad de la lavadora electrónica
9	CH29	Número de lavaderos
10	FT2	Conocimiento de los aparatos sanitarios inteligentes
11	FT3	Número de aparatos sanitarios inteligente
12	FE1	Ingreso mensual
13	FE2	Costo del volumen de agua consumida
14	FE15	Otros servicios
15	FA	Consumo de agua por estaciones
16	FSDA1	Cantidad de jóvenes en el hogar
17	FSDA2	Cantidad de adultos en el hogar
18	FSDA3	Cantidad de personas con educación básica
19	FSDA4	Cantidad de personas con educación superior
20	FCA4	Hábitos de uso en el hogar
21	FEA1	Número de personas que trabajan

22	FEA2	Número de personas que asisten a una educación básica
23	FEA3	Número de personas que asisten a una educación superior

#### 4.1.4.2 Determinación del número de factores

Para poder determinar la cantidad de factores, se ha establecido dos condiciones importantes: i) Verificar si las variables son factorizables y ii) Determinar la cantidad de factores óptimos para el problema en estudio.

##### a. Verificación de las variables factorizables

En la etapa inicial, se verificó si la matriz de correlación difiere de la matriz de identidad. Esta comprobación se llevó a cabo mediante la prueba de esfericidad de Bartlett, también conocida como el test de Bartlett, y la prueba KMO (Kaiser-Meyer-Olkin). Ambas pruebas se aplicaron sobre la matriz de correlación. Es fundamental obtener esta matriz antes de avanzar en los procedimientos subsiguientes, ya que estas pruebas preliminares son cruciales para asegurar que los datos exhiban la estructura necesaria antes de aplicar el análisis factorial exploratorio.

**Tabla 26**

*Matriz de correlación de las variables*

	FSD13	FSD14	CH5	CH10	CH11	CH12	CH14	CH26	CH29	FT2	FT3	FE1	FE2	FE15	FA	FSDA1	FSDA2	FSDA3	FSDA4	FCA4	FEA1	FEA2	FEA3
<b>FSD13</b>	<b>1.000</b>	0.346	0.366	0.311	0.366	0.309	0.194	0.169	0.248	0.050	-0.052	0.185	0.143	0.193	0.128	0.454	0.628	0.434	0.420	0.540	0.359	0.317	0.121
<b>FSD14</b>	0.346	<b>1.000</b>	0.337	0.273	0.334	0.288	0.173	0.161	0.170	0.122	0.041	0.201	0.147	0.139	0.052	0.519	0.631	0.463	0.469	0.584	0.410	0.268	0.063
<b>CH5</b>	0.366	0.337	<b>1.000</b>	0.838	0.941	0.818	0.364	0.337	0.424	0.124	0.039	0.384	0.195	0.367	0.087	0.219	0.369	0.178	0.365	0.392	0.125	0.268	0.167
<b>CH10</b>	0.311	0.273	0.838	<b>1.000</b>	0.866	0.772	0.391	0.311	0.414	0.121	0.032	0.347	0.180	0.330	0.094	0.191	0.323	0.120	0.335	0.355	0.094	0.287	0.180
<b>CH11</b>	0.366	0.334	0.941	0.866	<b>1.000</b>	0.835	0.402	0.314	0.444	0.115	0.032	0.353	0.207	0.364	0.102	0.225	0.370	0.174	0.362	0.386	0.144	0.305	0.162
<b>CH12</b>	0.309	0.288	0.818	0.772	0.835	<b>1.000</b>	0.322	0.352	0.437	0.142	0.046	0.359	0.183	0.369	0.084	0.184	0.321	0.181	0.369	0.358	0.118	0.276	0.143
<b>CH14</b>	0.194	0.173	0.364	0.391	0.402	0.322	<b>1.000</b>	0.100	0.188	0.100	0.088	0.159	0.238	0.171	0.148	0.191	0.260	0.105	0.201	0.246	0.131	0.238	0.096
<b>CH26</b>	0.169	0.161	0.337	0.311	0.314	0.352	0.100	<b>1.000</b>	0.242	0.005	0.009	0.344	0.108	0.447	-0.006	0.086	0.156	0.001	0.199	0.179	0.025	-0.063	0.213
<b>CH29</b>	0.248	0.170	0.424	0.414	0.444	0.437	0.188	0.242	<b>1.000</b>	0.013	-0.019	0.191	0.089	0.333	0.032	0.179	0.247	0.146	0.209	0.237	0.075	0.145	0.186
<b>FT2</b>	0.050	0.122	0.124	0.121	0.115	0.142	0.100	0.005	0.013	<b>1.000</b>	0.453	0.024	-0.002	0.022	0.186	0.067	0.106	0.077	0.170	0.138	0.028	0.142	-0.065
<b>FT3</b>	-0.052	0.041	0.039	0.032	0.032	0.046	0.088	0.009	-	0.453	<b>1.000</b>	-	0.025	0.026	0.157	-0.009	-0.001	0.036	0.070	0.046	-	0.098	-0.068
<b>FE1</b>	0.185	0.201	0.384	0.347	0.353	0.359	0.159	0.344	0.191	0.024	-0.024	<b>1.000</b>	0.130	0.430	0.054	0.059	0.209	0.035	0.362	0.370	-	0.104	0.152
<b>FE2</b>	0.143	0.147	0.195	0.180	0.207	0.183	0.238	0.108	0.089	-0.002	0.025	0.130	<b>1.000</b>	0.130	0.044	0.127	0.161	0.122	0.108	0.128	0.055	0.116	0.090
<b>FE15</b>	0.193	0.139	0.367	0.330	0.364	0.369	0.171	0.447	0.333	0.022	0.026	0.430	0.130	<b>1.000</b>	0.011	0.061	0.127	0.024	0.209	0.173	0.008	0.015	0.186
<b>FA</b>	0.128	0.052	0.087	0.094	0.102	0.084	0.148	-0.006	0.032	0.186	0.157	0.054	0.044	0.011	<b>1.000</b>	0.070	0.129	0.146	0.105	0.118	0.085	0.144	0.142
<b>FSDA1</b>	0.454	0.519	0.219	0.191	0.225	0.184	0.191	0.086	0.179	0.067	-0.009	0.059	0.127	0.061	0.070	<b>1.000</b>	0.384	0.434	0.206	0.357	0.543	0.194	0.080
<b>FSDA2</b>	0.628	0.631	0.369	0.323	0.370	0.321	0.260	0.156	0.247	0.106	-0.001	0.209	0.161	0.127	0.129	0.384	<b>1.000</b>	0.459	0.582	0.734	0.340	0.509	0.060
<b>FSDA3</b>	0.434	0.463	0.178	0.120	0.174	0.181	0.105	0.001	0.146	0.077	0.036	0.035	0.122	0.024	0.146	0.434	0.459	<b>1.000</b>	0.307	0.447	0.445	0.271	0.021
<b>FSDA4</b>	0.420	0.469	0.365	0.335	0.362	0.369	0.201	0.199	0.209	0.170	0.070	0.362	0.108	0.209	0.105	0.206	0.582	0.307	<b>1.000</b>	0.651	0.170	0.412	0.043
<b>FCA4</b>	0.540	0.584	0.392	0.355	0.386	0.358	0.246	0.179	0.237	0.138	0.046	0.370	0.128	0.173	0.118	0.357	0.734	0.447	0.651	<b>1.000</b>	0.307	0.453	0.075
<b>FEA1</b>	0.359	0.410	0.125	0.094	0.144	0.118	0.131	0.025	0.075	0.028	-0.013	-	0.055	0.008	0.085	0.543	0.340	0.445	0.170	0.307	<b>1.000</b>	0.327	0.038
<b>FEA2</b>	0.317	0.268	0.268	0.287	0.305	0.276	0.238	-0.063	0.145	0.142	0.098	0.104	0.116	0.015	0.144	0.194	0.509	0.271	0.412	0.453	0.327	<b>1.000</b>	-0.019
<b>FEA3</b>	0.121	0.063	0.167	0.180	0.162	0.143	0.096	0.213	0.186	-0.065	-0.068	0.152	0.090	0.186	0.142	0.080	0.060	0.021	0.043	0.075	0.038	-0.019	<b>1.000</b>





La prueba de esfericidad de Bartlett, para los datos de la investigación, rechaza la hipótesis nula que indica, que la matriz de correlación es idéntica a la matriz de identidad, para un  $p < 0.05$  ( $p = 0.001$ ), concluyendo que la matriz es factorizable.

**Tabla 27**

*Valores del test de Bartlett*

<b>K2</b>	<b>p</b>	<b>GL</b>
8060.79	0.001	253

En cuanto a la prueba KMO, se observó que los MSA para cada una de las variables destinadas a ser factorizadas son todos superiores a 0.50. Este comportamiento es esperado, dado que se llevó a cabo una depuración de los MSA con un umbral inferior a 0.60 de Kaiser durante el preprocesamiento de los datos. Los resultados revelan que la variable FT3 presenta un MSA de 0.56, lo cual es considerado un valor relativamente bajo. Por lo tanto, es crucial analizar cómo esta variable se correlaciona durante la extracción de los factores. Por otro lado, la variable CH29 exhibe el valor más alto de MSA, con un puntaje de 0.94.

En general, el MSA promedio es de 0.87, lo cual constituye un indicador positivo de la calidad global de los datos. Estos resultados proporcionan una perspectiva valiosa para comprender la singularidad de cada variable y su contribución al análisis factorial exploratorio.

**Tabla 28**

*Valores de MSA en la prueba de KMO*

<b>FSD13</b>	<b>FSD14</b>	<b>CH5</b>	<b>CH10</b>	<b>CH11</b>	<b>CH12</b>	<b>CH14</b>	<b>CH26</b>
0.85	0.83	0.87	0.95	0.85	0.96	0.92	0.85
<b>CH29</b>	<b>FT2</b>	<b>FT3</b>	<b>FE1</b>	<b>FE2</b>	<b>FE15</b>	<b>FA</b>	<b>FSDA1</b>
0.94	0.66	0.56	0.86	0.88	0.85	0.76	0.82
<b>FSDA2</b>	<b>FSDA3</b>	<b>FSDA4</b>	<b>FEA1</b>	<b>FEA2</b>	<b>FEA3</b>	<b>FCA4</b>	



0.85	0.91	0.93	0.91	0.82	0.84	0.82
------	------	------	------	------	------	------

Con base en los resultados de la Tabla 27 y la Tabla 28, que resumen las pruebas de esfericidad de Bartlett y el KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), se llega a la conclusión de que los datos presentados en la investigación son factorizables. Por lo tanto, se encuentra respaldo estadístico para avanzar a los siguientes procedimientos en el análisis factorial exploratorio.

### **b. Determinación de la cantidad de los factores**

La determinación de la cantidad de factores se llevará a cabo mediante la aplicación de diversos criterios. Se considerarán el análisis de autovalor superior a la unidad propuesto por Kaiser (1960, 1970), gráfico de sedimentación propuesto por Cattell (1966), análisis paralelo propuesto por Horton (1965), y, finalmente, los tests de Bartlett, Anderson y Lawley. Se destaca que el test de Lawley es especialmente sensible al tamaño de la muestra, por lo que se recomienda ejercer precaución en su aplicación.

#### *b.1. Análís paralelo*

Dentro del análisis paralelo se realizó el test de Horton, cuyos resultados se muestra en la Tabla 29.

**Tabla 29**

*Autovalores calculados por el análisis paralelo de Horton*

<b>Component</b>	<b>Adjusted Eigenvalue</b>	<b>Unadjusted Eigenvalue</b>	<b>Estimated Bias</b>
1	6.392865	6.730183	0.337318
2	2.423583	2.706561	0.282977
3	1.394668	1.636639	0.24197
4	1.114496	1.321227	0.206731
5	1.036107	1.210742	0.174635

Adjusted eigenvalues > 1 indicate dimensions to retain. (5 components retained)

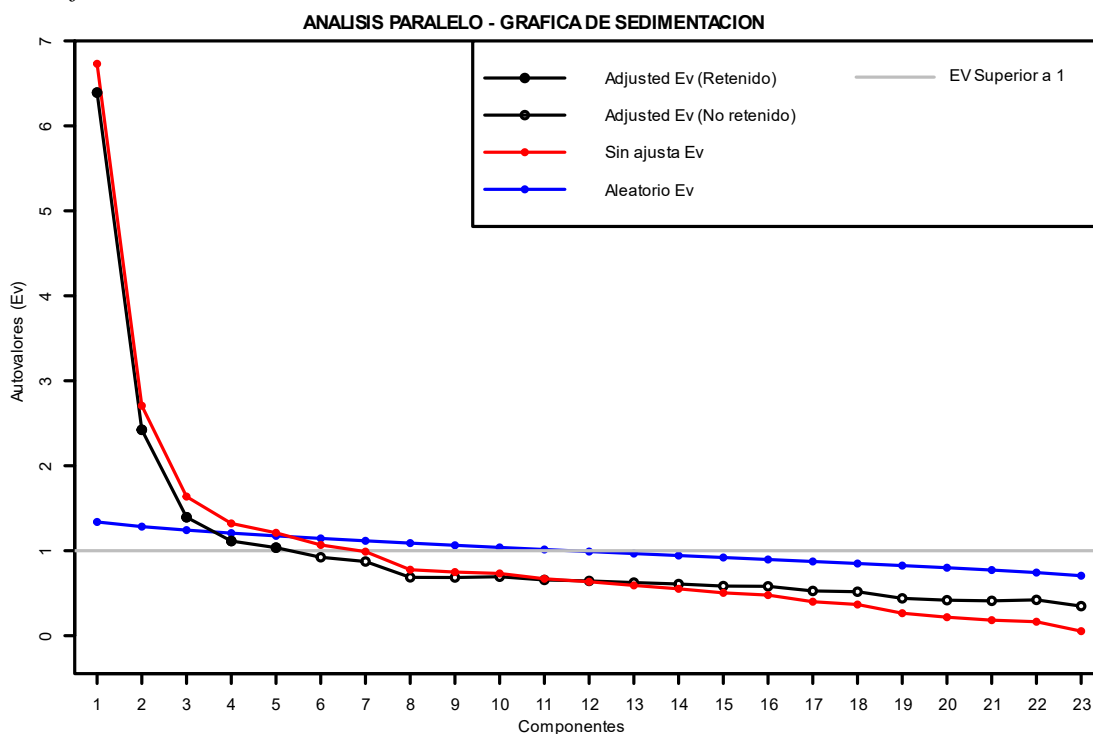
*Nota:* La Tabla 29, presenta el análisis paralelo de Horton, para la determinación de la cantidad de factores para la extracción. El análisis recomienda, que de acuerdo a la naturaleza de los datos se puede extraer 5 factores.

### *b.2. Gráfica de sedimentación*

Otra forma de identificar la cantidad de factores a ser extraído es mediante la gráfica de sedimentación con autovalores superiores a la unidad, este análisis está representado por la Figura 17.

**Figura 17**

*Gráfica de sedimentación*



*Nota:* La Figura 17, muestra la gráfica de sedimentación, representado por los valores de Ajusted Ev (Retenido) de color negro, se puede observar que existe 5 factores que se pueden ser retenidos con autovalores superiores a 1.

### *b.3. Test de Bartlett, Anderson y Lawley*

Por último, en el proceso de la determinación de cantidad de factores a ser retenidos se ha realizado el test de Bartlett, Anderson y Lawley, como se indica en la Tabla 30.

**Tabla 30**

*Cantidad de factores retenidos*

<b>Bartlett</b>	<b>Anderson</b>	<b>Lawley</b>
22	22	22

*Nota:* La Tabla 30, muestra el test de Bartlett, Anderson y Lawley, indica que se debe retener 22 factores, como ya se había indicado este test es muy sensibles al tamaño de la muestra por ello se debe utilizar con mucha precaución.

Basándose en el análisis paralelo de Horton y a la gráfica de sedimentación, concluimos que se debe retener 5 factores, los cuales serán utilizado en el análisis factorial exploratorio para la determinación de las variables latentes.

#### **4.1.4.3 Extracción de factores**

Para la extracción de factores existen diversas metodologías, como es el método de componente principal, método de ejes principales, método de máxima verosimilitud, extracción Alpha, mínimos cuadrados no ponderados, mínimos cuadrados generalizado entre otros.

En la investigación, se ha optado por emplear el método de componente principal debido a su amplia adopción y facilidad de implementación. Esta elección se respalda en la adecuación de los datos a esta metodología y en la observación de que la variabilidad de los valores no presenta diferencias significativas con respecto a otras metodologías. La preferencia por este

enfoque se fundamenta, así, en su popularidad, su sencillez de aplicación, y en la consistencia de los resultados respecto a otras alternativas (Aldás y Uriel, 2017)

Otro aspecto importante que se debe mencionar, es la rotación de la solución factorial, en esta parte se puede tener una rotación ortogonal, solucionado bajo la metodología Varimax y Quartimax y la rotación oblicua. Para el trabajo de investigación se ha considerado la rotación Vrimax, porque los datos se ajustan a esta característica.

**Tabla 31**

*Factores extraídos mediante la metodología de componente principal*

	<b>RC1</b>	<b>RC2</b>	<b>RC5</b>	<b>RC4</b>	<b>RC3</b>
FSD13	0.219	0.482	0.485	0.136	
FSD14	0.133	0.566	0.475	0.112	
CH5	0.883	0.236		0.192	
CH10	0.881	0.187		0.155	
CH11	0.914	0.22		0.156	
CH12	0.837	0.226		0.198	
CH14	0.501		0.198		0.198
CH26	0.192	0.105		0.72	
CH29	0.481		0.147	0.288	
FT2		0.167			0.769
FT3					0.800
FE1	0.211	0.405	-0.18	0.574	
FE2	0.238		0.223	0.14	
FE15	0.263	0.122		0.697	
FA			0.25		0.522
FSDA1	0.126	0.182	0.763		
FSDA2	0.197	0.753	0.384		
FSDA3		0.378	0.622		
FSDA4	0.18	0.793		0.161	
FEA1	0.187	0.803	0.268	0.132	
FEA2		0.181	0.737		
FEA3	0.292	0.534	0.175	-0.295	0.136
FCA4	0.113	-0.212	0.293	0.53	

*Nota:* La Tabla 30, muestra la extracción de 5 factores, el cual ha sido establecido mediante diversas verificaciones, encontrando que el factor 1 está

integrado por CH5, CHA10, CH11, CH12, CH14, CH29 y FE2, el factor 2 está integrado por FSD14, FSDA2, FSDA4, FEA1 y FEA3, el factor 3 está conformado por FT2, FT3 y FA, el factor 4 está conformado por CH26, FE1, FE15 y FCA4, y por último el factor 5 está conformado por FSD13, FSDA1, FSDA3 y FEA2.

También se verifico la varianza total explicada de los 5 factores extraído, los valores se presentan en la Tabla 32.

**Tabla 32**

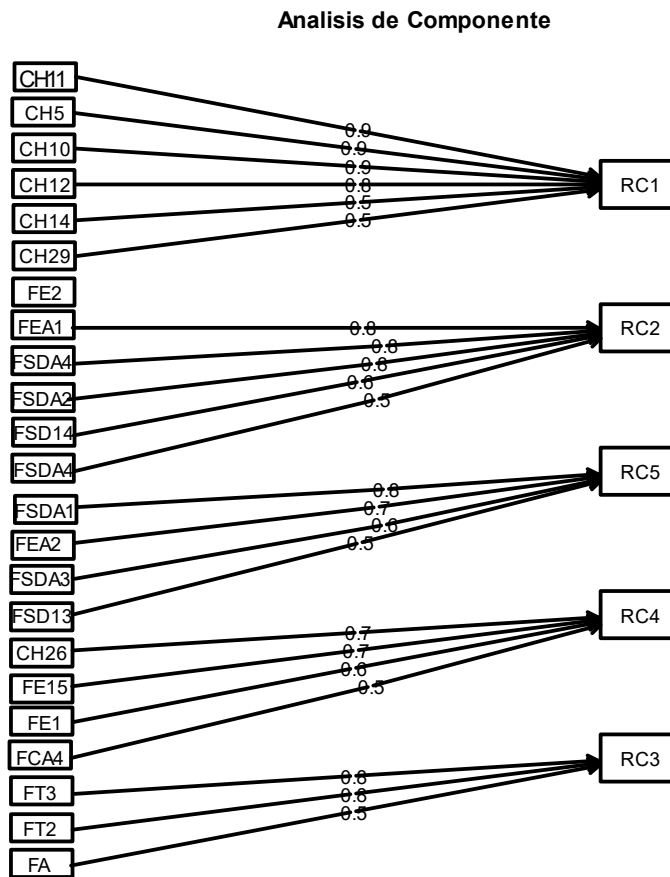
*Varianza total explicada de los indicadores*

	<b>RC1</b>	<b>RC2</b>	<b>RC5</b>	<b>RC4</b>	<b>RC3</b>
SS loadings	4.084	3.354	2.54	2.031	1.597
Proportion Var	0.178	0.146	0.11	0.088	0.069
Cumulative Var	0.178	0.323	0.434	0.522	0.592

*Nota:* El primer factor rotado explica el 17.80% de los datos, el segundo factor explica el 14.60% de los datos, el tercer factor explica el 11.00% de los datos, el cuarto factor el 8.80% de los datos y el quinto factor el 6.90% de los datos, en conjunto explican el 59.20% de los datos el cual es un valor adecuado, ya que el mínimo recomendado es el 50% y el valor optimo mínimo es el 60%. Con las dos pruebas que se ha realizado se puede concluir que los 5 factores extraídos representan a los datos de la investigación.

**Figura 18**

*Asociación de las variables con los factores*



#### 4.1.4.4 Definición de las variables latentes

Después de realizar el análisis de la extracción de los factores y la asociación de ellas, se realizó la definición de las variables latentes, los cuales serán utilizado en los posteriores análisis para una buena manejabilidad de los datos.

**Tabla 33**

*Definición de las variables latentes de la investigación*

N°	Variable Origen		Variable latente	
	Variable	Descripción	Variable	Descripción
1	CH5	Número de servicios higiénicos	FSCH	Factor Social - Aparatos sanitarios
2	CH10	Número de duchas		
3	CH11	Número de inodoros		
4	CH12	Número de lavatorios		
5	CH14	Número de urinarios		

6	CH29	Número de lavaderos		
7	FE2	Costo del volumen de agua consumida		
8	FSD14	Número de mujeres		
9	FSDA2	Cantidad de adultos en el hogar		
10	FSDA4	Cantidad de personas con educación superior	FSPA	Factor Social- Personas activa
11	FEA1	Numero de persas que trabajan		
12	FEA3	Número de personas que asisten a una educación superior		
13	FT2	Conocimiento de los aparatos sanitarios inteligentes		
14	FT3	Número de aparatos sanitarios inteligente	FA	Factor ambiental
15	FA1	Consumo de agua por estaciones		
16	CH26	Capacidad de la lavadora electrónica		
17	FE1	Ingreso mensual	FE	Factor económico
18	FE15	Otros servicios		
19	FCA4	Hábitos de uso en el hogar		
20	FSD13	Número de varones		
21	FSDA1	Cantidad de jóvenes en el hogar		
22	FSDA3	Cantidad de personas con educación básica	FSPP	Factor Social- Personas pasivas
23	FEA2	Número de personas que asisten a una educación básica		

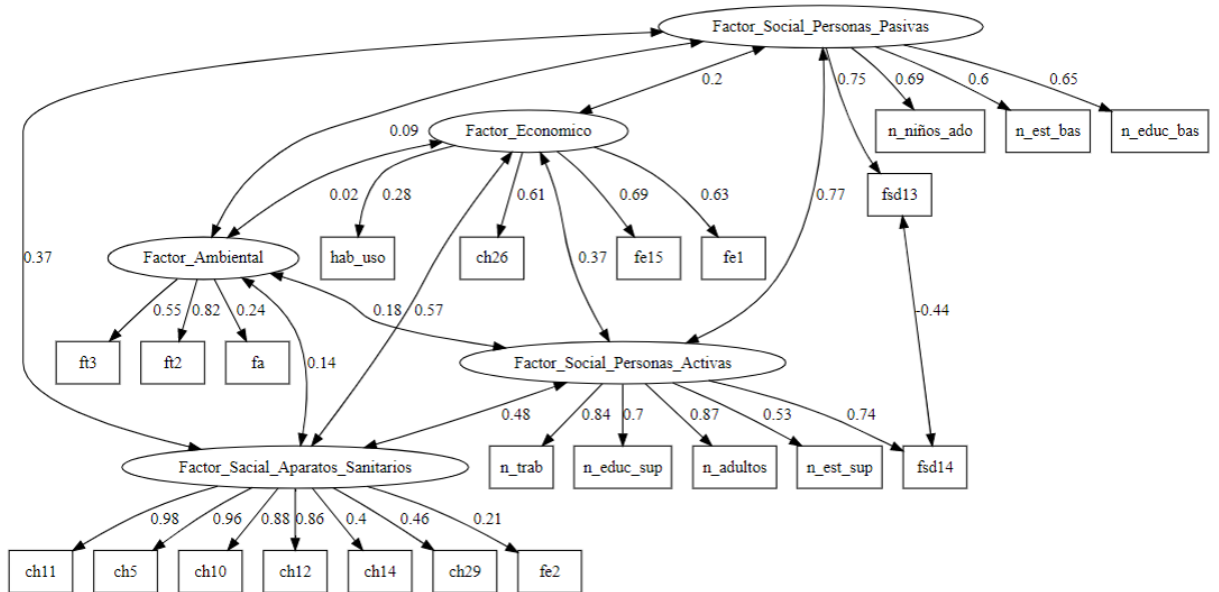
#### 4.1.5 *Análisis factorial confirmatorio*

Con el análisis factorial exploratorio se ha determinado que existen 5 factores que definen a las variables latentes, estos factores deben ser confirmados y validados, para tal fin, es necesario construir un modelo de ecuaciones estructurales mediante la clasificación de los factores que se han encontrado en el análisis factorial exploratorio.

Se realizó un planteamiento inicial del modelo de ecuaciones estructurales, este modelo no garantiza el ajuste correspondiente, para ello se volvió a replantear el modelo con un cambio en la correlación de las variables FSD13 y FSD14, obteniendo de esa manera un buen desempeño del modelo, la representación gráfica del modelo se muestra en la Figura 16.

**Figura 19**

*Modelo de las ecuaciones estructurales para las variables latentes*



*Nota:* En la Figura 19, se puede observar las correlaciones estandarizadas entre las variables latentes con las variables de origen encontrando una correlación alta entre el Factor social – Aparatos Sanitarios con CH11 (0.98) y una correlación baja entre Factor social – Aparatos Sanitarios con FE2 (0.21) y hay una correlación negativo entre las variables FSD13 y FSD14 (-0.44), así mismo se puede observar correlaciones entre las variables latentes encontrando una correlación alta entre Factor social – Aparatos Sanitarios y Factor Económico (0.57) y una correlación baja entre el Factor Económico y Factor Ambiental (0.02)

Para poder validar el modelo de la ecuación estructural propuesta se ha realizado algunos cálculos de los factores de valides del modelo.



**Tabla 34***Indicadores de validación del modelo*

Modelo	Medidas de ajuste absoluto		Medidas de ajuste incremental		Medidas de ajuste de parsinomia	
	Chi-Cuadrado	RMSEA	CFI	TLI	AIC	SRMR
Modelo 1	0.000	0.069	0.906	0.892	56280.361	0.059
Modelo ajustado	0.000	0.065	0.917	0.904	56194.645	0.059

*Nota:* En la tabla 34, se muestra los indicadores de validación del modelo inicial y el modelo ajusta de la ecuación estructural. Para el modelo ajustado el RMSEA tiene un valor de 0.065 ( $0.05 < \text{RMSEA} < 0.08$ ), el valor de CFI es 0.978 y TLI es de 0.975 ( $\text{CFI}$  y  $\text{TLI} > 0.90$ ) el valor de SRMR de 0.059 ( $\text{SRMR} < 0.07$ ). Con valores de indicadores de validación, que se encuentran dentro de los rangos de verificación, se concluye que el modelo planteado para el estudio es adecuado y por ende los 5 factores que definen las variables latentes también son adecuados.

#### 4.1.6 *Análisis de conglomerados (Clúster)*

Después de obtener las variables latentes y validar dichas variables mediante el análisis factorial confirmatorio, se procedió a realizar la segmentación de los datos, para poder identificar la agrupación de hogares y así tener una idea de los niveles de consumo de agua de los mismos, en la bibliografía se puede encontrar dos grandes grupos de este tipo de análisis, por una parte se tiene los jerárquicos y por otra parte los no jerárquicos, cada uno de ellos se puede utilizar de acuerdo a la característica de los datos y el objetivo del trabajo (Aldás y Uriel, 2017).

En la investigación, se ha planteado utilizar el análisis de conglomerado de datos jerárquico, ya que el objetivo de la investigación, es encontrar la

agrupación de los hogares encuestados de manera natural, con la finalidad de tener una idea de los niveles de consumo de agua en la ciudad de Huaraz. Para este análisis, como primer escenario, se realizó mediante el uso de las variables cuantitativas (5 variables latentes que se encontró en el análisis factorial), como segundo escenario se utilizó las variables cualitativas para poder evaluar el impacto de ellos en la segmentación de los hogares.

Para el análisis de los conglomerados de datos (clúster) se siguió los siguientes procedimientos: i) Cálculo de la distancia, ii) Formación de los datos, iii) Selección del número de clúster y iv) Evaluación de la influencia de las variables cualitativas; todos los pasos se encuentran descritos en los apartados siguientes.

#### **4.1.6.1 Cálculo de las distancias**

Para el cálculo de la distancia o medida de similaridad de los datos, existen diversas metodologías, como la distancia euclidiana, distancia euclidiana al cuadrado, distancia de Minkowski, distancia city block o “Manhattan”, etc. En la investigación se utilizó la distancia euclidiana como método de cálculo ya que es un método que se adapta a los datos.

#### **4.1.6.2 Formación de grupos**

Como ya hemos indicado párrafos arriba, según el objetivo de la investigación se realizó un análisis de conglomerados jerárquico. Este método supone la toma de  $n-1$  de agrupaciones, ( $n$  es el tamaño de la muestra), para lo cual existe dos enfoques; los jerárquicos aglomerativos, en la cual cada individuo son un grupo y luego van formando grupos más grandes hasta que todos los individuos forman un solo grupo, y el enfoque agregativo, en cual

inicialmente todos los individuos forman un solo grupo, luego se van desagregando hasta que finalmente cada individuo forma un grupo (Aldás y Uriel, 2017).

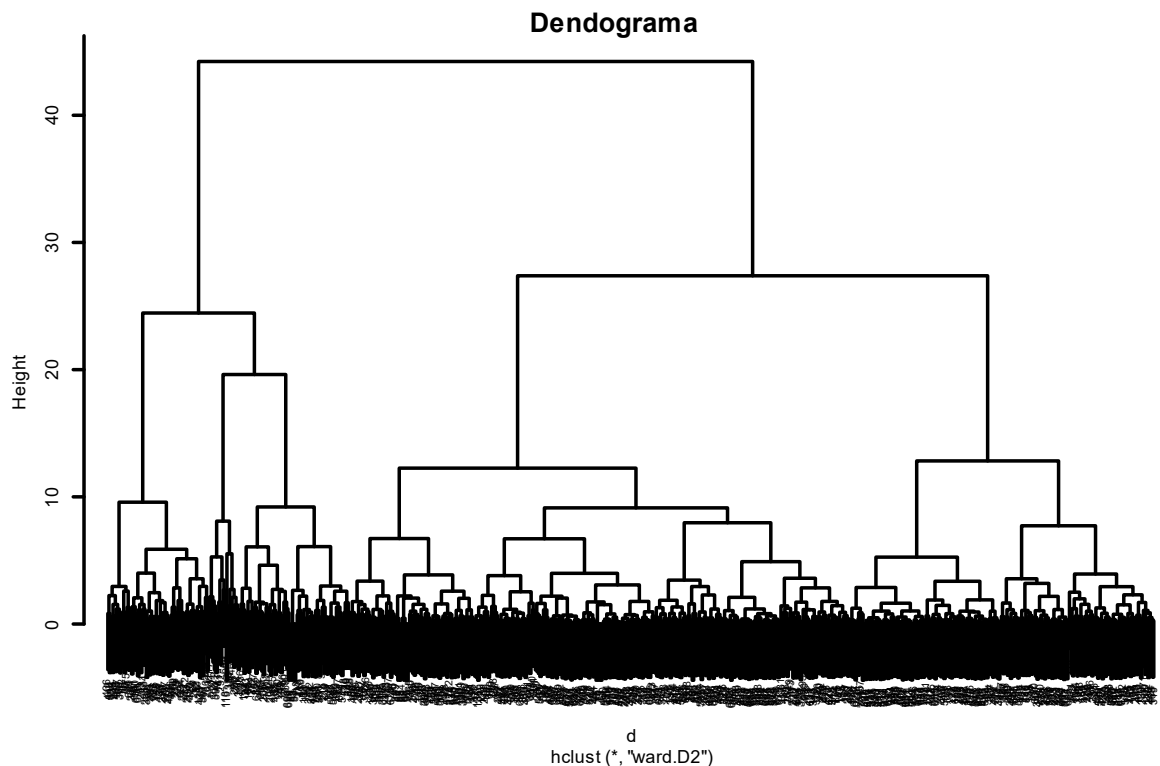
En la investigación se optó por el enfoque aglomerativos, para poder evaluar la formación de los grupos, dentro de este enfoque existen diversas metodologías de aglomeración, entre las cuales se puede mencionar el método del centroide, método del vecino más cercano, método del vecino más lejano, método de la vinculación promedio, método de Ward, etc. En la investigación se optó por el último método, debido a que tiene como objetivo maximizar la homogeneidad dentro de cada conglomerado, planteando todas las posibilidades de combinaciones de observaciones para el número de grupos que se esté considerando en cada etapa (Aldás y Uriel, 2017)

#### *a. Datos cuantitativos*

Para los datos cuantitativos como resultado, se obtuvo el dendograma del análisis de conglomerados aglomerativos que se muestra en la figura siguiente.

**Figura 20**

*Dendograma para datos cuantitativos*



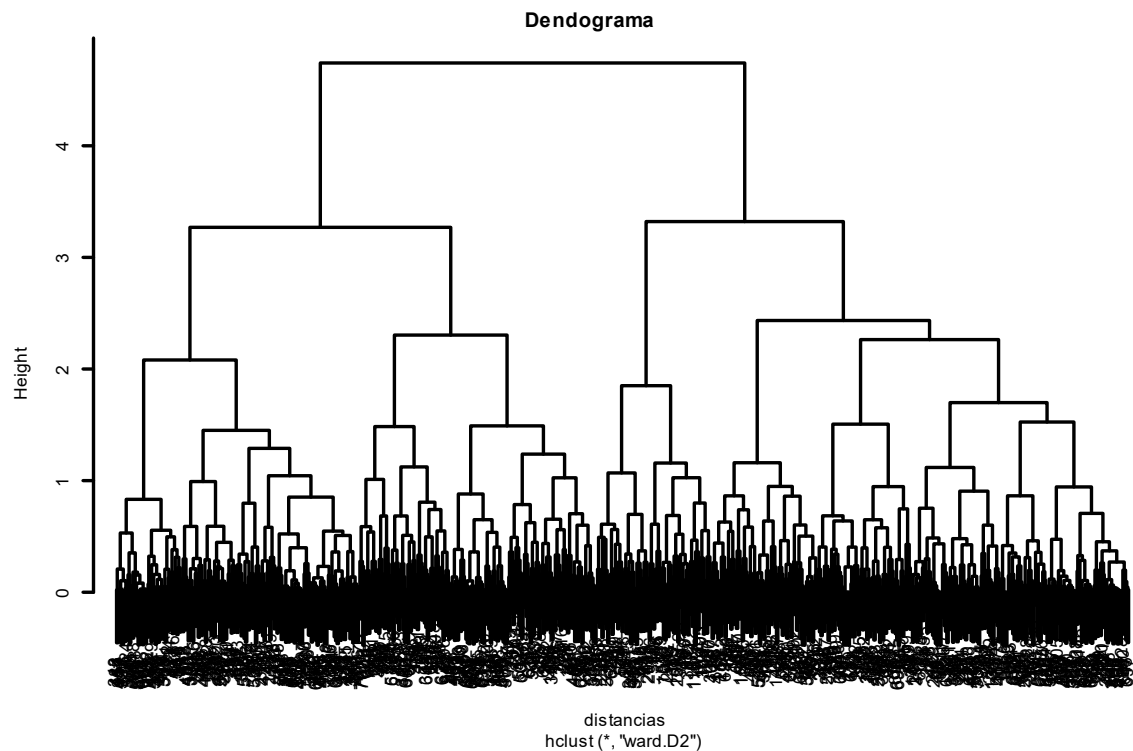
*Nota:* En el dendrograma y la matriz de distancias de datos cuantitativos, se ha puede obtener una distancia mínima de 0 y una distancia máxima de 44.2288, mediante n-1 agrupaciones (707). Este dato será utilizado para poder definir la cantidad de clústers que se tendrá en la investigación.

*b. Datos cuantitativos y cualitativos*

Para los datos cuantitativos y cualitativos, como resultado se obtuvo el dendrograma del análisis de conglomerados aglomerativos que se muestra en la figura siguiente.

**Figura 21**

*Dendograma para datos cuantitativos y cualitativos*



*Nota:* En el dendrograma y la matriz de distancias de datos cuantitativos y cualitativos, se puede obtener una distancia mínima de 0 y una distancia máxima de 4.7422, mediante n-1 agrupaciones (707). Este dato será utilizado para poder definir la cantidad de clústers que se tendrá en la investigación.

#### **4.1.6.3 Selección del número de clúster**

Otro procedimiento importante es la selección de la cantidad de clusters, para ello se utilizó dos metodologías de selección, la primera es el método práctico que recomienda diversas bibliografías, esto se realiza tomando la tercera parte de la distancia máxima, para esta forma de selección se utiliza el dendrograma. El segundo método la selección se realizó a través del cálculo de diversos factores.

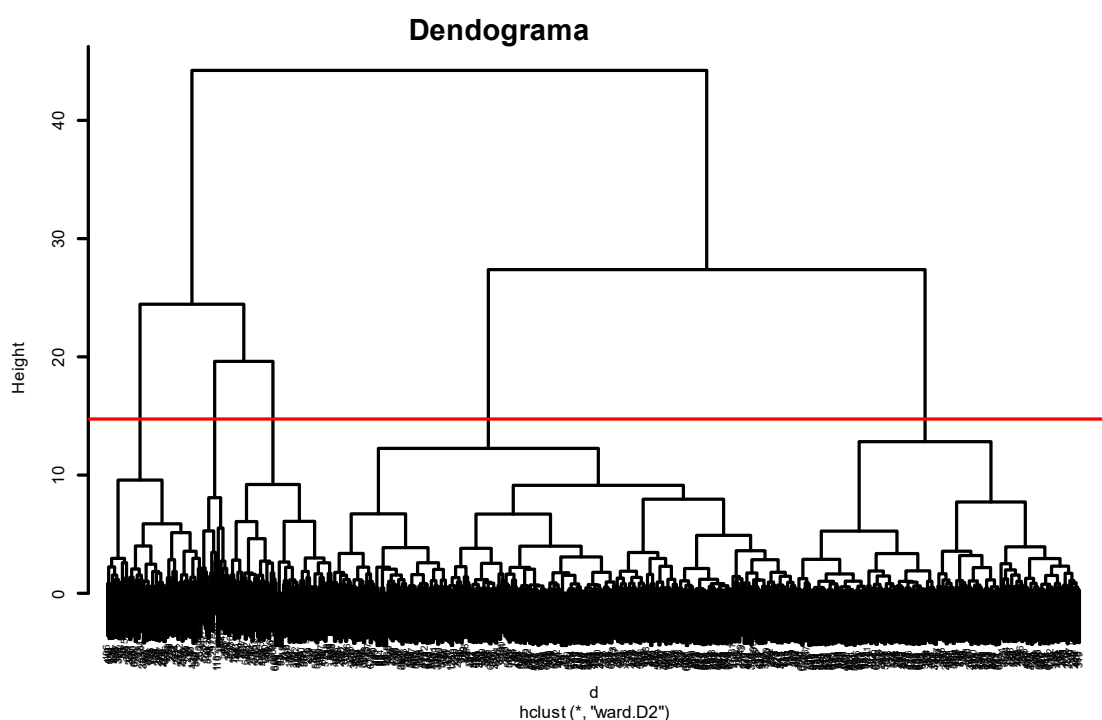
## *a. Datos cuantitativos*

### *a.1. Uso del dendograma*

En esta metodología se utilizará el dendograma, tomando de manera practica la tercera parte de la distancia máxima, en nuestro caso la distancia máxima tiene un valor de 44.2288 y su tercera parte será 14.7429.

### **Figura 22**

*Dendograma para cálculo de clústers de datos cuantitativos*



*Nota:* En el dendograma de la Figura 22, la línea roja que está ubicado con la tercera parte de la distancia máxima, indica que hay la posibilidad de que exista en los datos 5 clústers de agrupación.

### *a.2. Uso de factores*

En la actualidad aún no existe un estadístico de manera inferencial con la cual se puede decir la cantidad de clústeres, que se debe retener. Charrad et al. (2014) ha desarrollado en R un total de 30 indicadores, con la cual mediante la comparación se puede realizar la decisión de la cantidad de Clústers se

puede retener. Entre los más importantes, se puede mencionar: índice CH (Calinski y Harabasz 1974), CCC (Sarle, 1983), Psudot2 (Duda y Hart, 1973), índice DB (Davies y Bouldin, 1979), índice de Dunn (Dunn, 1974), índice de Hubert (Hubert y Arabie, 1985), Dindex (Lebart et al. 2000), etc.

**Tabla 35**

*Factores para determinar los clústers para datos cuantitativos*

Clúster	KL	CH	Hartigan	CCC	Scott	Marriot	TrCovW	TraceW	Friedman
2	2.455	385.106	186.585	-10.486	604.935	1.92E+12	141881.690	1793.102	5.197
3	0.655	336.258	188.286	-14.274	1021.816	2.40E+12	106573.330	1418.273	7.084
4	1.368	346.312	146.134	-13.282	1589.876	1.91E+12	44807.750	1119.331	10.305
5	5.282	349.685	68.441	-9.453	1977.034	1.73E+12	35361.130	926.923	13.107
6	0.651	320.215	68.522	-9.400	2188.862	1.85E+12	30862.940	844.688	14.250
7	3.993	303.879	44.430	-8.678	2459.469	1.72E+12	27396.230	769.570	16.675
8	0.615	282.920	43.526	-8.891	2646.609	1.72E+12	26528.870	723.702	18.316
9	0.639	268.005	45.579	-8.788	2781.167	1.80E+12	21722.080	681.336	19.063
10	1.490	258.455	37.614	-8.294	2941.954	1.77E+12	20211.050	639.628	19.9491
Clúster	index	DB Sil	houette	Duda P	seudot2	Beale Ra	tkowsky	Ball	Ptbiserial
2	0.198	1.293	0.414	0.597	366.385	2.112	0.340	896.551	0.596
3	0.171	1.391	0.269	0.654	85.739	1.646	0.338	472.758	0.467
4	0.174	1.243	0.294	0.546	77.214	2.571	0.320	279.833	0.518
5	0.244	1.136	0.308	0.594	139.397	2.128	0.302	185.385	0.536
6	0.239	1.180	0.261	0.787	91.186	0.847	0.283	140.781	0.499
7	0.218	1.362	0.229	0.674	32.412	1.492	0.266	109.939	0.439
8	0.215	1.356	0.228	0.703	30.354	1.301	0.252	90.463	0.442
9	0.210	1.406	0.231	0.801	62.707	0.776	0.242	75.704	0.444
10	0.198	1.496	0.204	0.632	11.061	1.731	0.233	63.963	0.369
Clúster	McClain	Dunn	Hubert	SDindex	Dindex	SDbw	Frey	Rubin C	
2	0.283	0.042	0.001	3.718	1.424	1.309	2.595	1.546	
3	0.934	0.042	0.001	3.432	1.209	0.833	-0.157	1.954	
4	0.940	0.047	0.001	2.921	1.109	0.776	-0.211	2.476	
5	0.929	0.069	0.001	3.129	1.052	0.534	2.822	2.990	
6	1.140	0.039	0.001	3.475	0.991	0.605	1.132	3.281	
7	1.729	0.039	0.001	3.848	0.934	0.532	0.078	3.601	
8	1.738	0.039	0.001	3.552	0.912	0.491	0.141	3.829	
9	1.761	0.039	0.001	3.537	0.888	0.420	1.544	4.067	
10	2.771	0.039	0.001	4.432	0.856	0.417	-0.044	4.333	

El análisis de los índices indica los siguiente:

- índices propusieron 2 como el mejor número de conglomerados
- 3 índices propusieron 3 como el mejor número de conglomerados

- índices propusieron 4 como el mejor número de conglomerados
- índices propusieron 5 como el mejor número de conglomerados
- 2 índices propusieron 6 como el mejor número de conglomerados
- 2 índices propusieron 10 como el mejor número de conglomerados

En conclusión, esta metodología de selección determina que son 2 clusters que pueden ser retenidos. La metodología del dendograma determinó 5 clústers y la metodología de los índices 2 clusters, en la investigación se va tomar como la cantidad de clusters óptimos para los datos cuantitativo el promedio de las dos metodologías que sería 4 clústers. La distribución en dos dimensiones estaría dada por la siguiente Figura.

**Figura 23**

*Agrupación de los clústers de datos cuantitativos*

Cluster plot





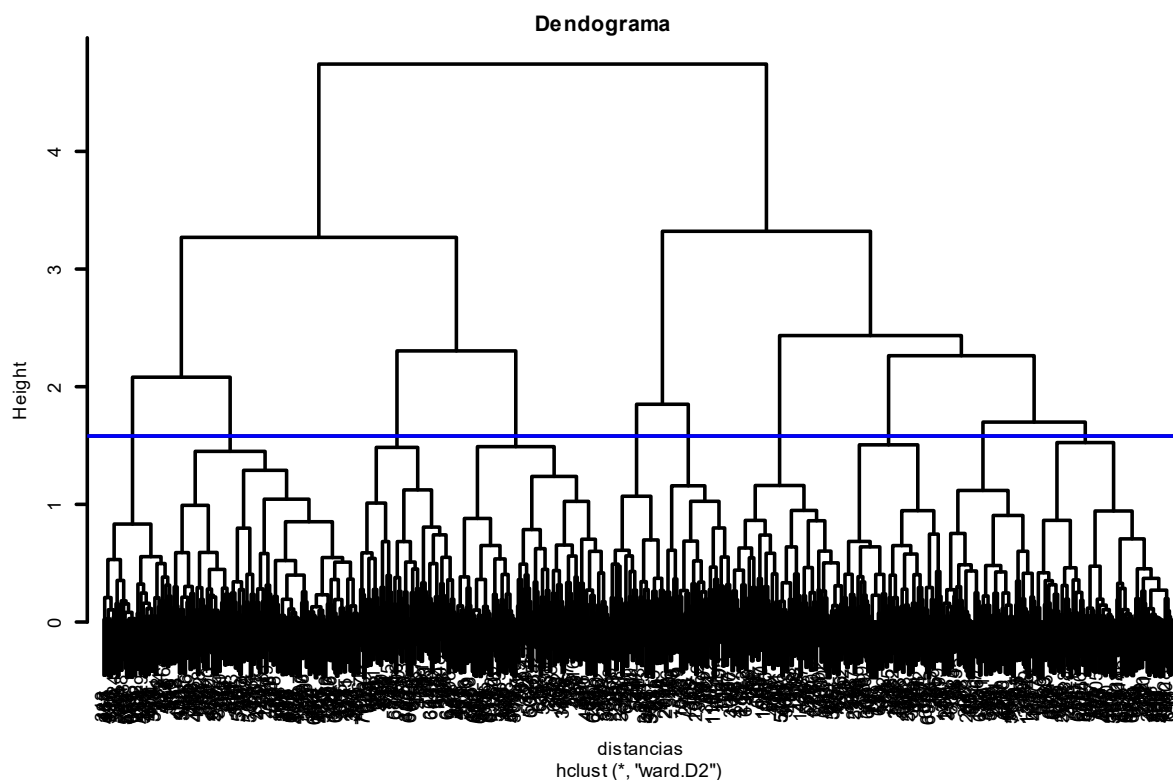
## b. Datos cuantitativos y cualitativos

### b.1. Uso del dendograma

Para los datos cuantitativos y cualitativos, se utilizará el método del dendograma, tomando como la cantidad de clústers, aquella que se encuentren en la tercera parte de la distancia máxima, para estos datos la distancia máxima tiene un valor de 4.7422, y la tercera parte sería 1.5807.

#### Figura 24

*Dendograma para cálculo de clústers de datos cuantitativos y cualitativos*



*Nota:* En el dendograma de la Figura 24, la línea azul que está ubicado en la tercera parte de la distancia máxima indica que hay la posibilidad de que exista en los datos 10 clústers de agrupación de los datos. Sin embargo, esta cantidad no se adapta a los datos de la investigación, por ello se va subir unas distancias más dentro del dendograma, encontrando una cantidad de 4 clusters para los datos cuantitativos y cualitativos.

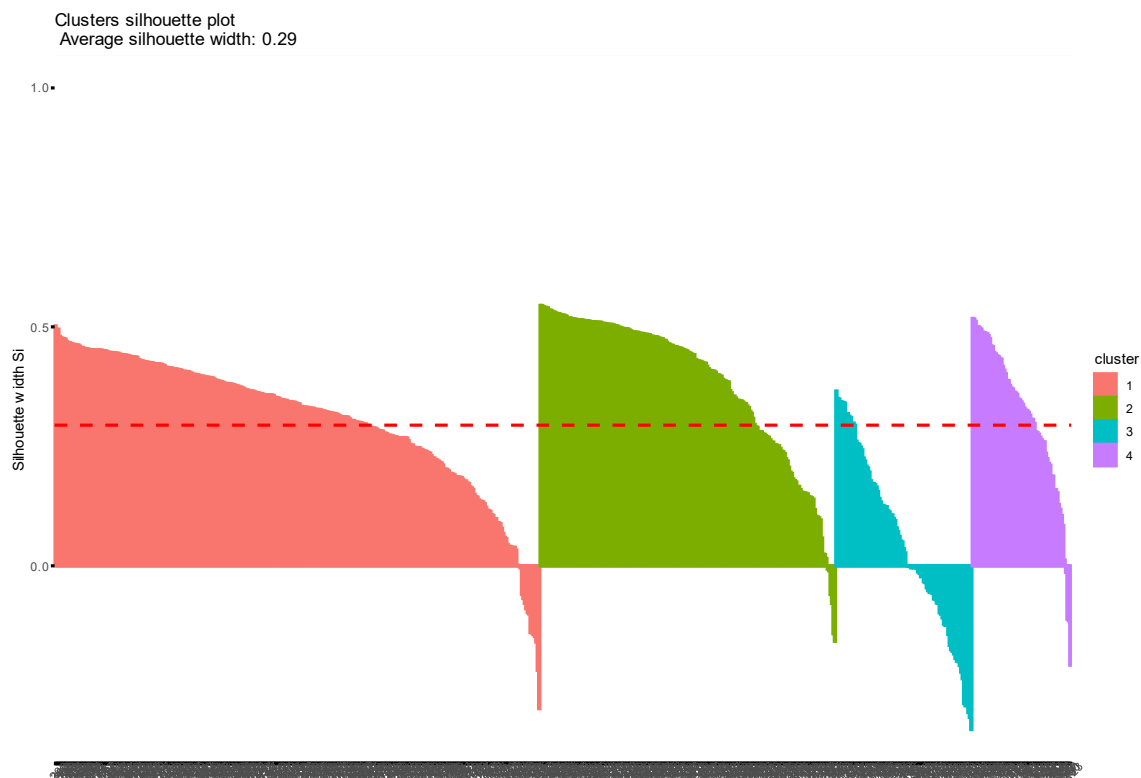
#### 4.1.6.4 Verificación de los clusters formados

##### *a. Datos cuantitativos*

Para la verificación de los clusters se utilizó herramientas adicionales, que se detallan en los siguientes apartados.

### Figura 25

#### *Silueta para datos cuantitativos*



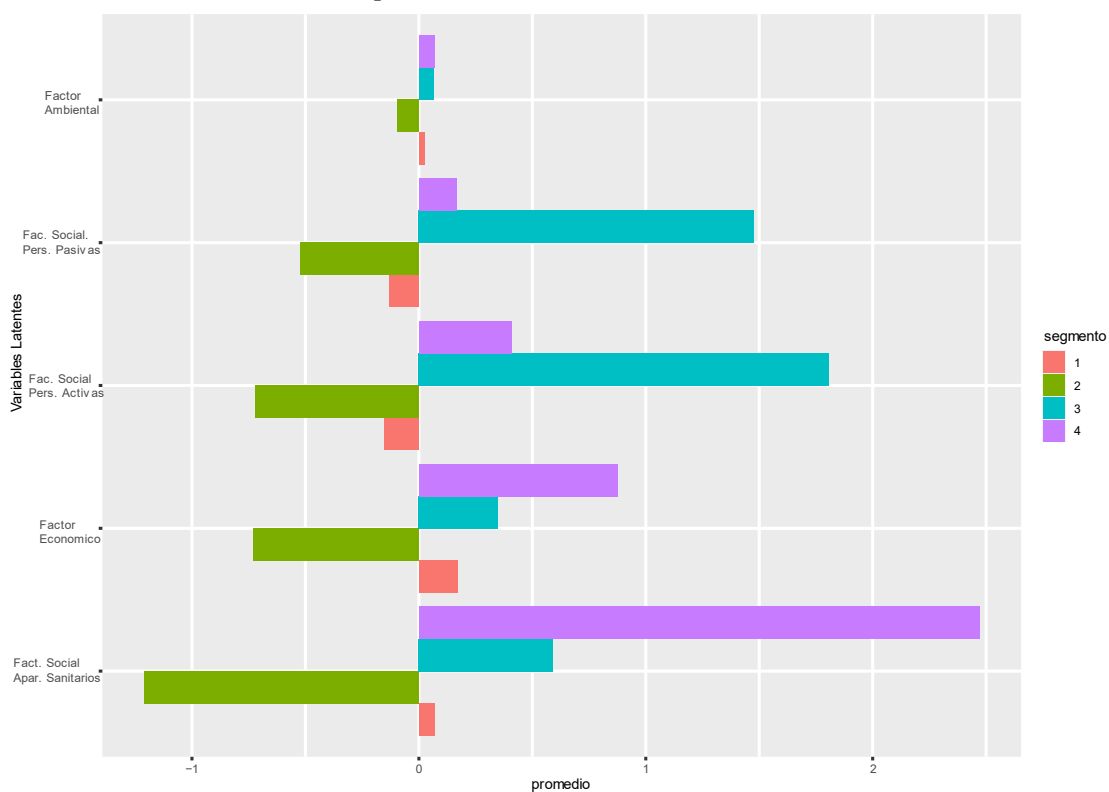
*Nota:* El diagrama de silueta, indica valores de 0 a 1, una buena agrupación debe contener valores positivos, en la Figura 22, los clusters presentan una buena agrupación ya que la mayor parte de sus datos son positivos, con excepción del clúster 3 que una gran parte de los datos presentan valores negativos.

Otra forma de verificación, es a través de los valores promedios de las distancias que se muestra en la Tabla 36.

**Tabla 36***Valores promedios de las distancias para datos cuantitativos*

Clúster	Factor Social Aparatos Sanitarios	Factor Social Personas Pasivas	Factor Económico	Factor Social Personas Activas	Factor Ambiental
1	0.0676	-0.132	0.169	-0.154	0.0248
2	-1.21	-0.521	-0.731	-0.719	-0.0933
3	0.591	1.48	0.349	1.81	0.0654
4	2.47	0.166	0.876	0.41	0.0674

*Nota:* La Tabla 36, muestra que el clúster 2 agrupa los valores negativos, los clusters 3 y 4 valores positivos y el clúster 1 valores positivos y negativos, esta forma marcada de agrupación indica que los clústers son adecuadas.

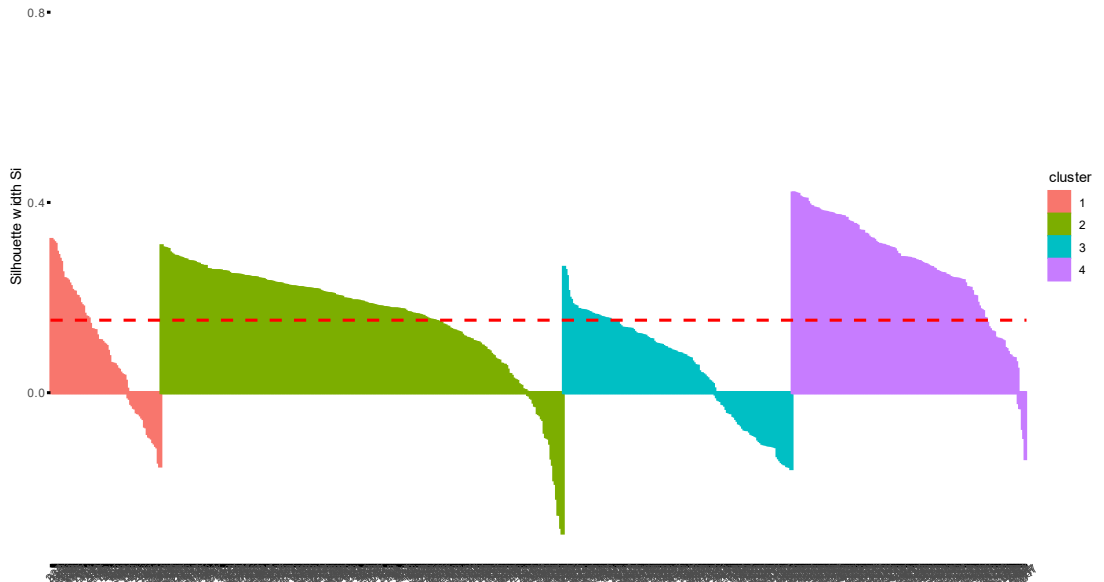
**Figura 26***Promedio de las distancias para los datos cuantitativos***b. Datos cuantitativos y cualitativos**

Para la verificación de los clusters se utiliza herramientas adicionales, que se detallan en los siguientes apartados.

## Figura 27

### *Silueta para datos cuantitativos y cualitativos*

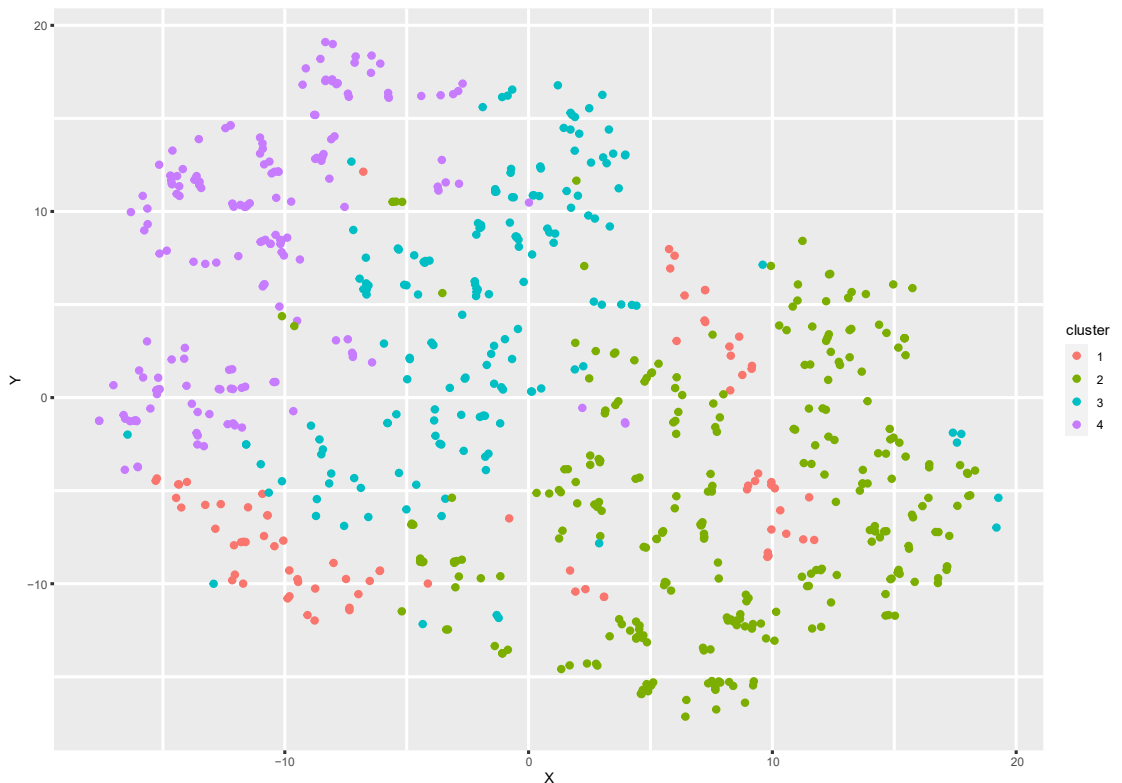
Clusters silhouette plot  
Average silhouette width: 0.15



*Nota:* El diagrama de silueta, indica valores de 0 a 1, una buena agrupación debe contener valores positivos, en la Figura 24, los clusters presentan una buena agrupación ya que la mayor parte de sus datos son positivos, con excepción del clúster 3 que una gran parte de los datos presentan valores bajos, seguido por el clúster 2.

**Figura 28**

*Dispersión para datos cuantitativos y cualitativos*



Otra forma de verificación, es a través de los valores promedios de las distancias que se muestra en la Tabla 37.

**Tabla 37**

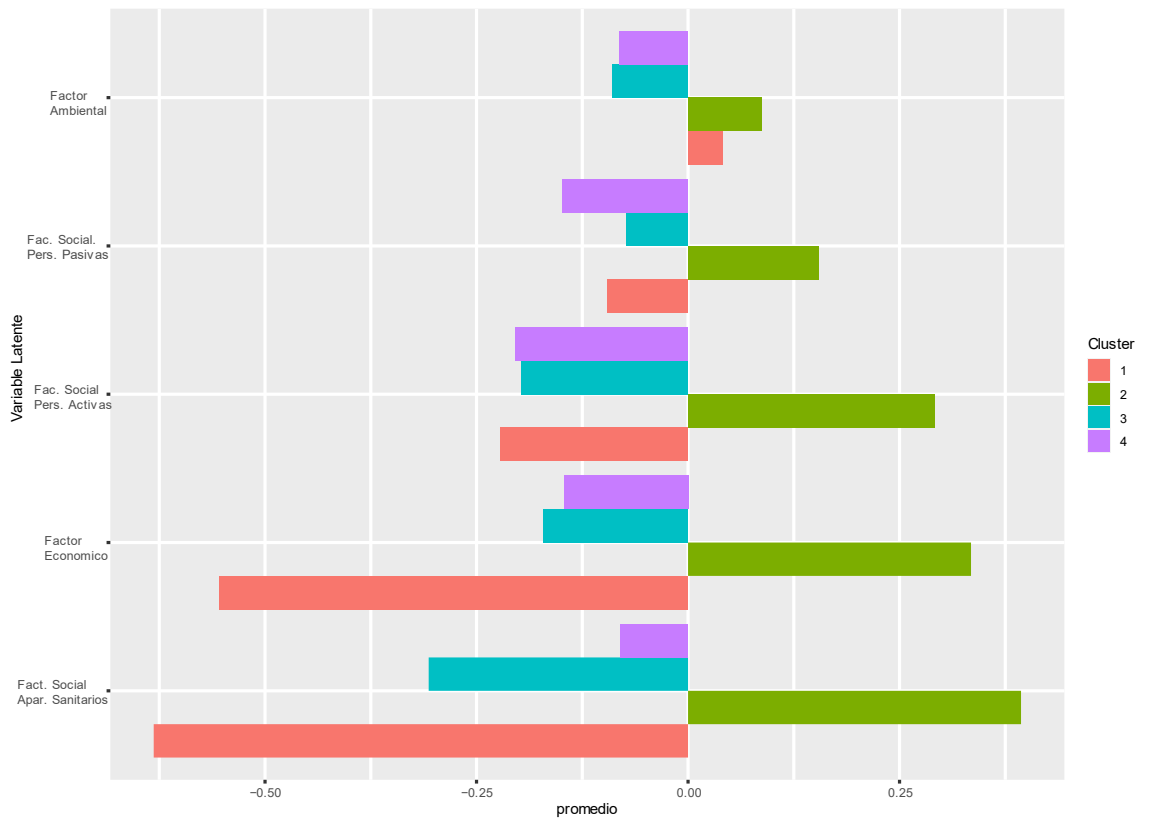
*Valores promedios de las distancias para datos cuantitativos y cualitativos*

Clúster	Factor Social Aparatos Sanitarios	Factor Social Personas Pasivas	Factor Económico	Factor Social Personas Activas	Factor Ambiental
1	-0.632	-0.0949	-0.554	-0.221	0.0402
2	0.394	0.154	0.334	0.292	0.0873
3	-0.307	-0.0726	-0.171	-0.197	-0.0895
4	-0.0795	-0.149	-0.147	-0.204	-0.0814

*Nota:* La Tabla 37, indica que el clúster 2 agrupa los valores positivos, los clusters 3 y 4 valores negativos y el clúster 1 valores positivos y negativos, esta forma marcada de agrupación indica que los clústers son adecuadas.

**Figura 29**

*Promedio de las distancias para datos cuantitativos y cualitativos*



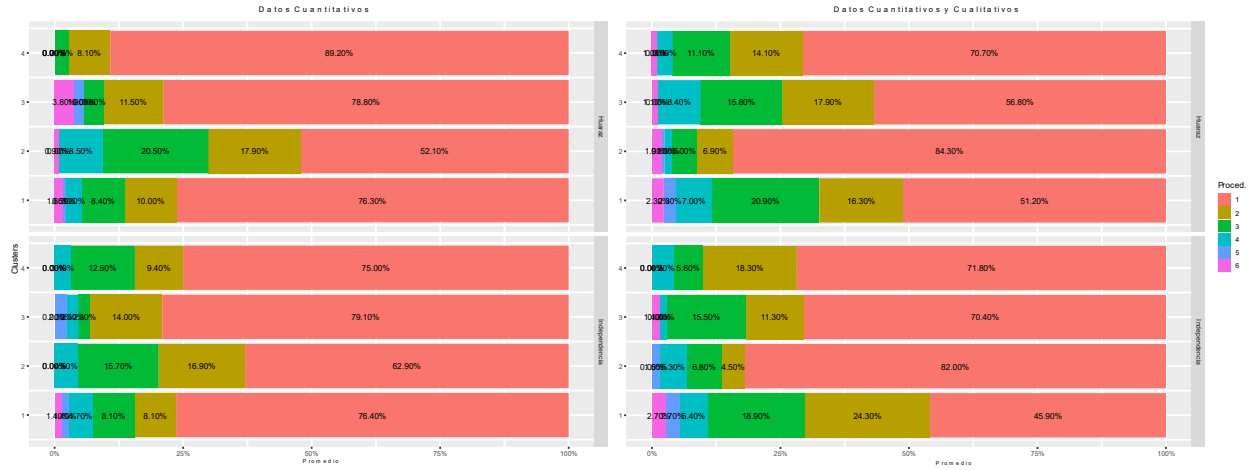
#### 4.1.6.5 Evaluación de la influencia de las variables cualitativas

La evaluación de las variables cualitativas, se ha realizado mediante representaciones graficas, para poder visualizar cual es el comportamiento de dichas variables en la agrupacion de conglomerados, la comparacion se ha realizado para los datos cuantitativos solos y los datos cuantitativos y cualitativos, los resultados se muestran en los siguientes apartados.

a. Procedencia del hogar

Figura 30

Procedencia del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos

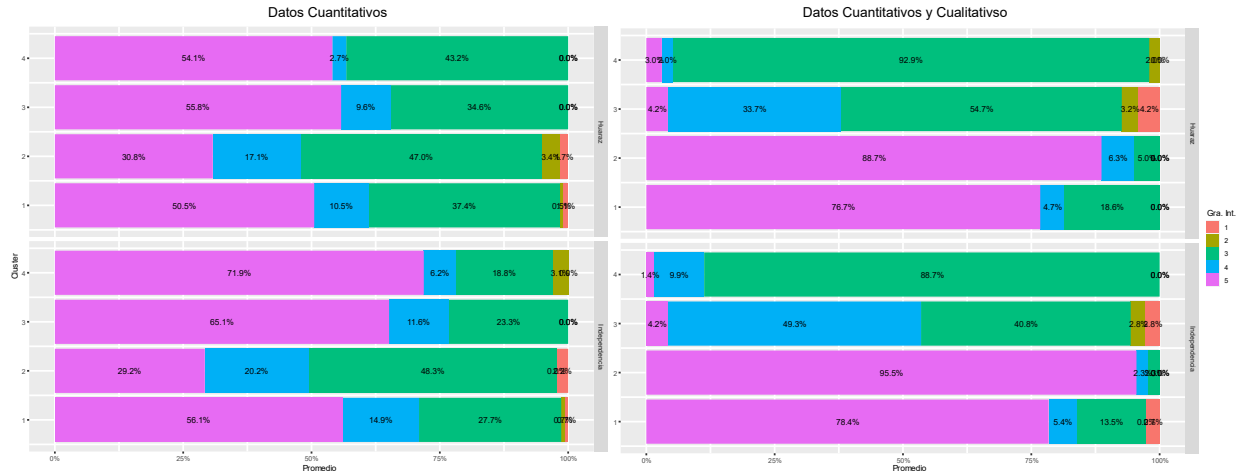


Nota: La comparación del clúster con la procedencia del hogar se ha realizado por ciudad, observando que de una ciudad a otro no existe variación, indicando que la segmentación en los distritos tiene un comportamiento similar, pero cuando realiza el aumento de los datos cualitativos el cambio es notorio, con aumento del indicador 2 (Callejón de Conchucos). En todos los casos el indicador 1 (Huaraz) es el que predomina más.

**b. Grado de instrucción del jefe del hogar**

**Figura 31**

*Grado de instrucción del jefe con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos*



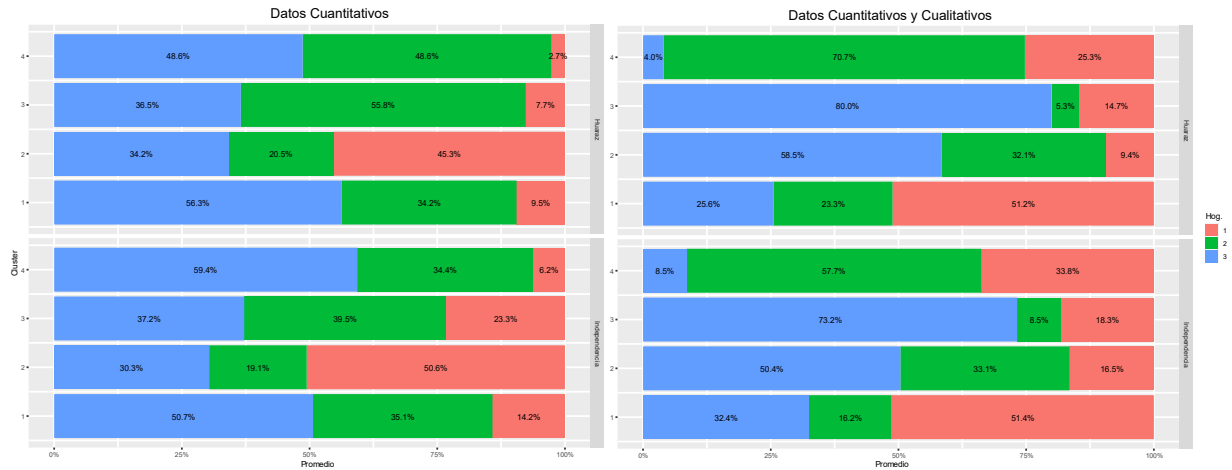
*Nota:* La comparación del clúster con el grado de instrucción del jefe del hogar, se ha realizado por ciudad, observando que de un ciudad a otro no existe variación, indicando que la segmentación en los distritos tiene un comportamiento similar, pero cuando se ha incorporado los datos cualitativos el cambio es notorio, con aumentos del indicador 5 (Superior) en el clúster 2, aumento del indicador 3 (Secundaria) en el clúster 3 y 4, en general el indicador 5 (Superior) predomina en el clúster 1 y 2 y el indicador 3 (Secundaria) predomina en el clúster 3 y 4 para las dos ciudades.



*c. Condición del hogar*

**Figura 32**

*Condición del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos*

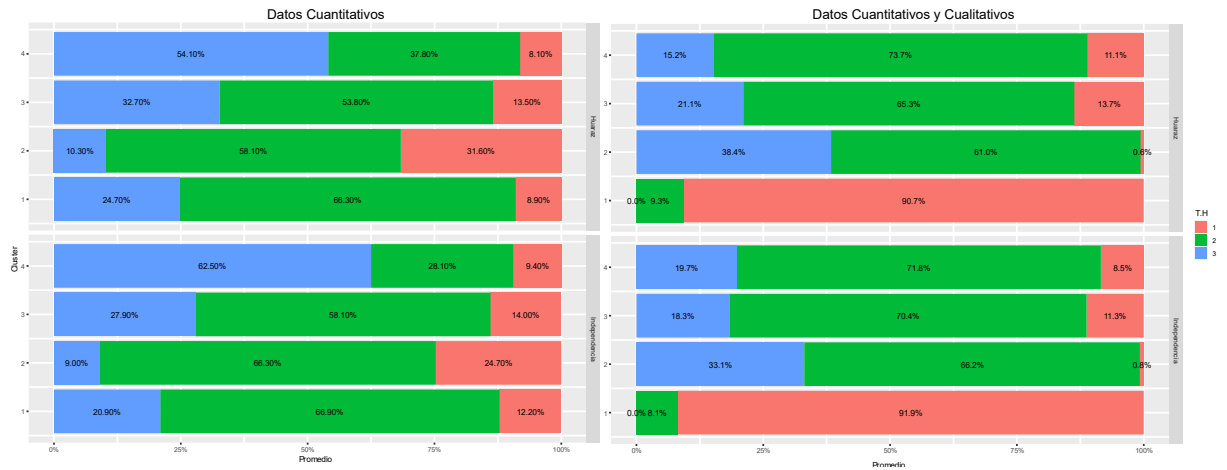


*Nota:* La comparación del clúster con la condición del hogar, se ha realizado por ciudad, observando que de un distrito a otro no existe variación, indicando que la segmentación en las dos ciudades tiene un comportamiento similar, pero cuando se ha incorporado los datos cualitativos el cambio es notorio, con aumento del indicador 2 (vivienda de mis padres) para el clúster 4, aumento del indicador 3 (vivienda propia) para el clúster 3, pero se mantiene en el clúster 2 y en el clúster 1 aumenta el indicador 1 (vivienda alquilada). Para el clúster 1 el indicador 1 es el predominante, para el clúster 2 y 3 el indicador 3 es el predominante y para el clúster 4 el indicador 2 es el predominante para las dos ciudades.

#### d. Tamaño del hogar

**Figura 33**

*Tamaño del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos*

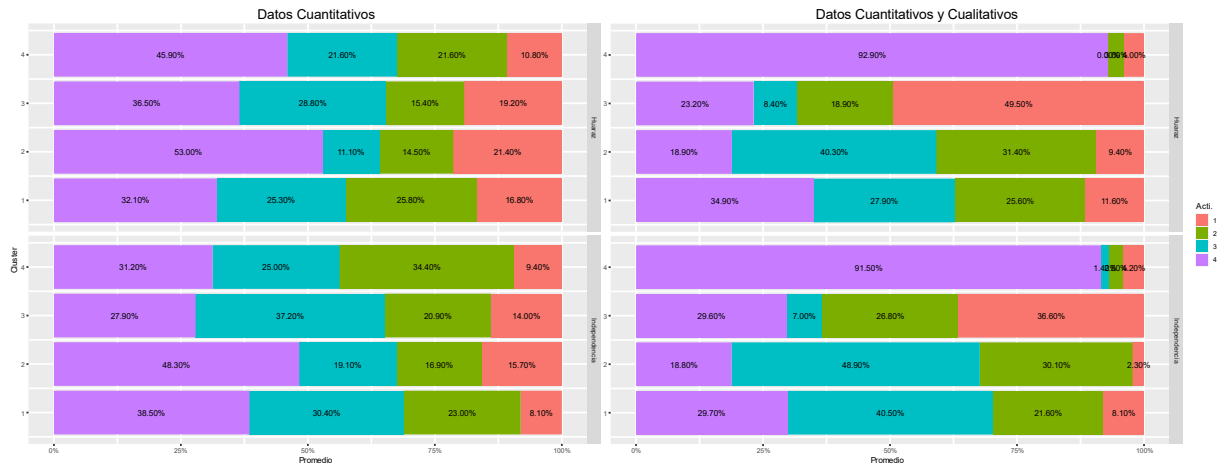


*Nota:* La comparación del clúster con el tamaño del hogar, se ha realizado por ciudad, observando que de una ciudad a otro no existe variación, indicando que la segmentación en las ciudades tiene un comportamiento similar, pero cuando se ha incorporado los datos cualitativos el cambio es notorio, con el aumento del indicador 1 (pequeño) para el clúster 1, disminución del indicador 1 (pequeño) para el clúster 2, con el aumento del indicador 2 (mediano) para el clúster 3 y 4. En el clusters 1 el más predominante es el indicador 1 (pequeño), para los otros clusters es el indicador 2 (mediano) para ambas ciudades.

*e. Actividad laboral del jefe del hogar*

**Figura 34**

*Actividad laboral del jefe del hogar con respecto a los datos cuantitativos y cualitativos*



*Nota:* La comparación del clúster con la actividad laboral del jefe del hogar, se ha realizado por ciudades, observando que de una ciudad a otro no existe variación, indicando que la segmentación en las ciudades tiene un comportamiento similar, pero cuando se ha incorporado los datos cualitativos el cambio es notorio, con el aumento del indicador 4 (otros) para el clúster 4, aumento del indicador 1 (comercio) para el clúster 3, aumento del indicador 3 (Institución pública) para el clúster 3 y en el clúster 1 se mantiene. El clúster 4 esta predominado por el indicador 4 (otros), y el resto de los clusters, tiene una distribución similar para los 4 indicadores, de las dos ciudades.

#### 4.1.7 Planteamiento del modelo económico

El modelo económico está basado en la teoría de la demanda, monopolio natural, precio por bloques, entre otros aspectos económicos que han sido descrito en las bases teóricas de la investigación.

$$Qx = f(px, py, ingreso, gustos)$$

La ecuación anterior es una representación general de la demanda, para el caso específico de la investigación, donde se pretende explicar en qué medida los factores sociales, económicos y ambientales determinan los niveles de consumos de agua potable, se debe considerar dichos factores como parte de la cantidad demandada del volumen de agua. En la literatura existe diversas formulaciones de modelos económicos, basados en los factores antes mencionados (Gómez Ugalde et al., 2012; Guzmán Soria et al., 2011, 2013; Salazar Adams y Pineda Pablos, 2016; Sebusang y Basupi, 2022). En la investigación se adaptará el planteamiento empírico de la literatura, obteniendo la siguiente formulación:

$$Q = f(FS, FE, FA)$$

Donde:

Q: Nivel de consumo de agua potable expresado en unidades de volumen

FS: Factor social compuesta por diversas dimensiones

FE: Factor económico compuesto por diversos variables

FA: Factor ambiental compuesta por diversas variables

Dentro del modelo planteado, uno de las variables importantes que influye en los niveles de consumo de agua potable, es el factor social (Aprile y Fiorillo,

2017; Bich-Ngoc et al., 2022; Han et al., 2021; Ramsey et al., 2017); compuesto por dimensiones, como identifica el análisis factorial exploratorio y confirmatorio, la representación de este factor es de la siguiente manera:

$$FS = f(FSCH, FSPA, FSPP)$$

Donde:

FS: Factor social representado por varias dimensiones

FSCH: Factor social aparatos sanitarios por varias variables

FSPA: Factor social personas activas representado por varias variables

FSPP: Factor social personas pasivas representado por varias variables

#### 4.2 Prueba de hipótesis

Los factores económicos, sociales y ambientales determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021

##### Modelo económico

$$Q = f(\text{factor social}, \text{factor economico}, \text{factor ambiental})$$

##### Modelo econométrico

Para la contrastación de la hipótesis, se ha planteado un modelo lineal múltiple y un modelo logístico. El primer modelo será resuelto por mínimos cuadrados ordinarios, buscando la máxima eficiencia del modelo y el segundo modelo será utilizado para el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de los distintos niveles de consumo. Adicional a los dos modelos se planteará el modelo de árbol de decisiones, que a través de un aprendizaje supervisado

determinar los factores que influyen en el nivel de consumo de agua a partir de reglas de decisión.

Por otra parte, la EPS Chavín en su estudio tarifario, clasifica los consumos en tres segmentos: i) Consumo de 0 a 8 m<sup>3</sup>, que se definirá como nivel de consumo bajo, ii) Consumos de 8 a 20 m<sup>3</sup>, que se definirá como nivel de consumo medio y iii) Consumo mayor a 20 m<sup>3</sup>, que se definirá como nivel de consumo alto. Esta clasificación será útil para el modelo logístico.

### ***Modelo lineal***

$$Q = \beta_0 + \beta_1 FSCH + \beta_2 FSPA + \beta_3 FA + \beta_4 FE + \beta_5 FSPP + E_i$$

### ***Modelo logístico para la clasificación de la EPS***

$$\text{Log} \left( \frac{NCM}{NCB} \right) = \beta_0 + \beta_1 FSCH + \beta_2 FSPA + \beta_3 FA + \beta_4 FE + \beta_5 FSPP + E_i$$

$$\text{Log} \left( \frac{NCA}{NCB} \right) = \beta_0 + \beta_1 FSCH + \beta_2 FSPA + \beta_3 FA + \beta_4 FE + \beta_5 FSPP + E_i$$

Donde:

Q: Nivel de consumo de agua potable expresado en unidades de volumen

FSCH: Factor social aparatos sanitarios representado por varias variables

FSPA: Factor social personas activas representado por varias variables

FA: Factor ambiental representado por varias variables

FE: Factor económico representado por varias variables

FSPP: Factor social personas pasivas compuesto por diversos variables

NCB: Nivel de consumo bajo

NCM: Nivel de consume medio

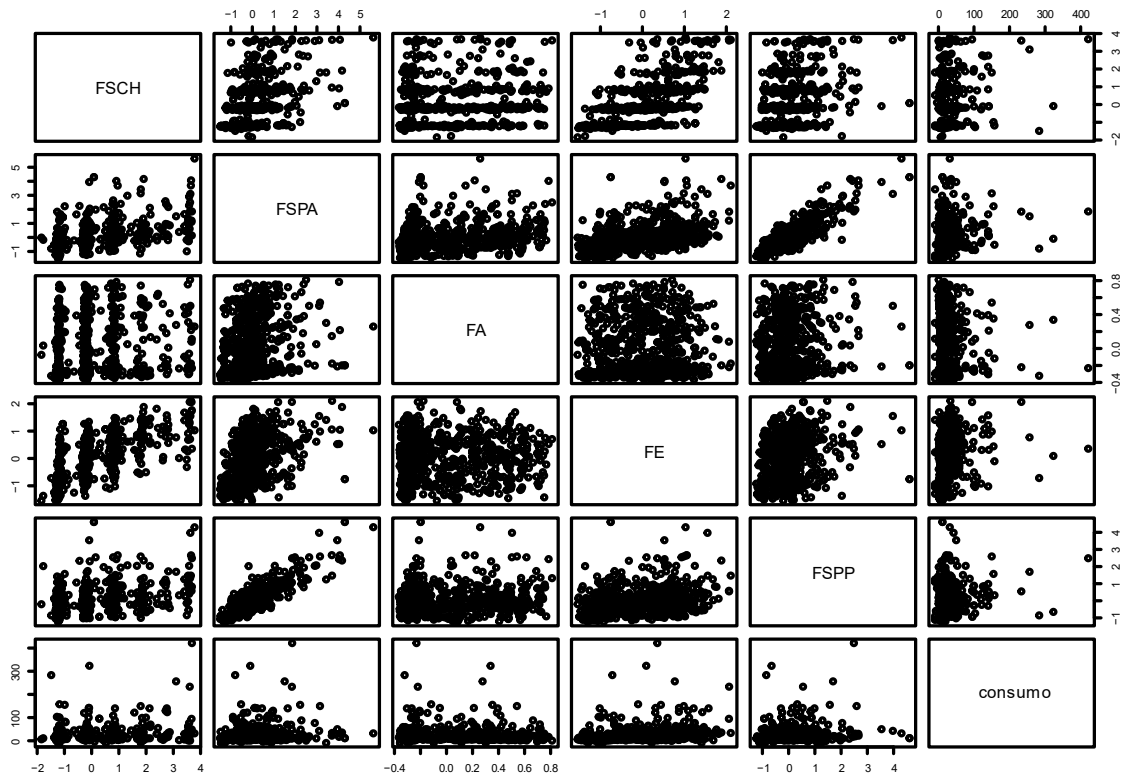
NCA: Nivel de consumo alto

#### 4.2.1 Modelo lineal múltiple

Una vez identificado las variables latentes, se procedió a formular el modelo lineal múltiple. Como paso inicial, se llevó a cabo un análisis de correlaciones entre las diversas variables, como se ilustra en la Figura 35.

**Figura 35**

*Correlación de las variables que influyen en el nivel de consumo de agua potable*



*Nota:* La Figura 35 presenta visualmente el grado de correlación lineal entre las variables y los niveles de consumo de agua potable. Los resultados revelan una correlación lineal limitada entre las variables, aspecto que se analizará detalladamente en las secciones subsiguientes. Esto subraya la importancia

de incorporar otras metodologías estadísticas para desarrollar modelos explicativos más robustos, permitiendo así obtener conclusiones sólidas derivadas de la investigación.

#### a. Resultados de la ciudad de Huaraz

**Tabla 38**

*Factores del modelo lineal múltiple de la ciudad de Huaraz*

Modelo	B	Erro estándar	t value	Pr(> t )	Sig
<b>Modelo I</b>					
Intercepto	27.0694	1.863	14.53	< 2e-16	***
FSCH	7.7438	2.3868	3.244	0.00128	**
FSPA	5.3242	4.567	1.166	0.2444	
FA	-12.8013	6.0153	-2.128	0.03395	*
FE	-0.1395	3.4455	-0.04	0.96772	
FSPP	-2.9838	5.0155	-0.595	0.55224	

0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Nota:* El reporte del modelo lineal sobre los factores que influyen en los niveles de consumo de agua en la ciudad de Huaraz revela que los aparatos sanitarios y el factor ambiental son los principales elementos que inciden en el consumo de agua potable en la ciudad de Huaraz. Para evaluar con precisión los datos, es preciso verificar el grado de ajuste del modelo lineal, aspecto que será detalladamente abordado en las secciones siguiente.

**Tabla 39**

*Indicadores de ajuste del modelo de la ciudad de Huaraz*

R2	R2 ajustado	F	DF	p-value
8.17%	6.99%	6.94	390	3.17x10 <sup>-06</sup>

*Nota:* La evaluación del ajuste del modelo revela que el coeficiente de determinación ajustado (R2 ajustado) presenta un porcentaje bajo de ajuste. Además, el estadístico F muestra un p-valué significativamente bajo (3.17x10<sup>-06</sup>), lo cual conduce al rechazo de la hipótesis nula. En consecuencia,



se acepta la hipótesis alternativa, indicando que los datos no se ajustan al modelo lineal propuesto.

## b. Resultados de Independencia

**Tabla 40**

*Factores del modelo lineal múltiple de la ciudad de Independencia*

Modelo	B	Erro estándar	t value	Pr(> t )	Sig
<b>Modelo I</b>					
Intercepto	24.2756	1.4679	16.538	< 2e-16	***
FSCH	-0.0062	1.6352	-0.004	0.99698	
FSPA	-2.9118	3.4746	-0.838	0.40267	
FA	2.9686	4.7819	0.621	0.53519	
FE	8.4381	2.6419	3.194	0.00155	**
FSP	8.7497	3.9188	2.233	0.02629	*

0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Nota:* El reporte del modelo lineal sobre los factores que influyen en los niveles de consumo de agua en la ciudad de Independencia revela que el factor económico y las personas pasivas son los principales elementos que inciden en el consumo de agua potable. Para evaluar con precisión los datos, es importante verificar el grado de ajuste del modelo lineal, aspecto que será detalladamente abordado en las secciones siguiente

**Tabla 41**

*Indicadores de ajuste del modelo de la ciudad de Independencia*

R2	R2 ajustado	F	DF	p-value
10.90%	9.44%	7.486	306	1.20x10 <sup>-06</sup>

*Nota:* La evaluación del ajuste del modelo revela que el coeficiente de determinación ajustado (R2 ajustado) presenta un porcentaje de ajuste bajo. Además, el estadístico F muestra un p-valué (1.20x10<sup>-06</sup>), lo cual conduce al rechazo de la hipótesis nula. En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa, indicando que los datos no se ajustan al modelo lineal propuesto.

Como resultado del análisis de la regresión lineal múltiple, se concluye que es necesario emplear otras metodologías más apropiadas para la naturaleza de los datos disponibles. De esta manera, se podrá obtener conclusiones más sólidas en el marco de la investigación.

#### 4.2.2 Modelo logístico multinomial

##### a. Resultados de la ciudad de Huaraz

**Tabla 42**

*Factores del modelo logístico*

Modelo	B	Erro estándar	z value	Pr(> z )	Sig
<b>Modelo I: NCM/NCB</b>					
Intercepto	0.952	0.16036	5.935	2.94E-09	***
FSCH	-0.034	0.2056	-0.164	0.8701	
FSPA	0.169	0.34339	0.493	0.622	
FA	-0.521	0.44834	-1.163	0.2448	
FE	0.573	0.27111	2.114	0.0345	*
FSPP	-0.083	0.34621	-0.241	0.8098	
<b>Modelo II: NCA/NCB</b>					
Intercepto	0.81531	0.16401	4.971	6.66E-07	***
FSCH	0.1002	0.20674	0.485	0.6279	
FSPA	0.1742	0.35343	0.493	0.6221	
FA	-1.10768	0.48281	-2.294	0.0218	*
FE	1.1357	0.28516	3.983	0.0000681	***
FSPP	0.05293	0.36095	0.147	0.8834	

0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Nota:* Se ha llevado a cabo el cálculo de los estimadores del modelo logístico multinomial. En este proceso, se observa que las variables que contribuyen significativamente son el factor ambiental con una influencia negativa y el factor económico con una influencia positiva, en ambos modelos. A continuación, le siguen la variable personas pasivas y, finalmente, los aparatos sanitarios y las personas activas. Estas consideraciones serán tomadas en cuenta para la elaboración del modelo reducido.

**Tabla 43***Factores del modelo logístico con variables representativas*

Modelo	B	Erro estándar	z value	Pr(> z )	Sig
<b>Modelo I: NCM/NCB</b>					
Intercepto	0.812	0.1623	5.002	5.66E-07	***
FA	1.326	0.2154	6.156	7.45E-10	***
FE	-0.960	0.4506	-2.131	0.03311	*
<b>Modelo II: NCA/NCB</b>					
Intercepto	0.946	0.1588	5.959	2.54E-09	***
FA	0.6023	0.2025	2.974	0.00294	**
FE	-0.4624	0.4194	-1.103	0.27021	

0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Nota:* Se realizó el cálculo de los estimadores del modelo logístico multinomial con dos variables más representativas, observando que los estimadores de la variable factor económico tienen un aporte positivo, indicando que a medida que aumenta la económica de los hogares los niveles de consumo aumentan, mientras que la variable ambiental tiene una influencia negativa.

#### *a.1. Verificación del ajuste del modelo*

Para poder determinar el buen ajuste del modelo se ha realizado, ciertas verificaciones estadísticas los cuales se describen a continuación.

**Tabla 44***Cantidad de datos que predice el modelo*

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
151	2	243

*Nota:* La Tabla 44, indica que el modelo predice 151 datos de consume alto, 2 datos de consumo bajo y 243 datos de consumo medio. Los resultados muestran la disparidad, de datos en la predicción de los resultados, siendo el más afectado los niveles de consumo bajo.

**Tabla 45***Confiabilidad del modelo logístico*

<b>Matriz de predicciones</b>			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	83	14	54
Bajo	0	2	0
Medio	69	62	112
Porcentaje de confiabilidad			
<b>%CF = (83+2+112)/396 = 0.4975 =49.75%</b>			

*Nota:* La Tabla 45, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, para los cálculos se ha encontrado que el porcentaje de la confiabilidad es de 49.75%, este valor indica que el modelo tiene un porcentaje bajo de confiabilidad.

**Tabla 46***PseudoR2*

<b>Cálculo de PseudoR2</b>			
McFadden	McFaddenAdj	CoxSnell	Nagelkerke
6.61 %	4.87 %	12.44 %	14.18 %

*Nota:* La Tabla 46, muestra el cálculo del PseudoR2 que varía de 4.87% a 14.18%, estos valores indican, que el modelo tiene un ajuste bajo, ya que el mínimo recomendado es 20% para casos reales.

**Tabla 47***Prueba de Fittet*

<b>Prueba de Fittet</b>		
X2	df	p-value
8.4037	16	0.9359

*Nota:* La Tabla 47, muestra el estadístico de la prueba de Fittet, reportando un p-valué de 0.9359, este valor nos permite aceptar la hipótesis nulo, indicando que los datos se ajustan al modelo propuesto.

**Tabla 48***Efecto marginal del modelo*

Nivel de consumo	Variable	Estimador	Std. Error	z	Pr(> z )	2.50%	97.50%
Alto	FE	0.1892	0.0258	7.323	<0.001	0.1386	0.23983
Alto	FA	-0.133	0.0703	-1.891	0.0586	-0.2707	0.00482
Bajo	FE	-0.1317	0.0257	-5.121	<0.001	-0.1821	-0.08129
Bajo	FA	0.0977	0.0574	1.7	0.0891	-0.0149	0.21024
Medio	FE	-0.0575	0.0308	-1.866	0.062	-0.1179	0.00289
Medio	FA	0.0353	0.0747	0.472	0.6367	-0.1111	0.18173

*Nota:* La Tabla 48, muestra los efectos marginales del modelo sobre los niveles de consumo, reportando que el factor económico tiene un efecto marginal significativo ( $p < 0.001$ ) sobre el nivel de consumo alto con un valor positivo de 0.1892, por otra parte, el factor económico tiene un efecto marginal significativo ( $p < 0.001$ ), con valor negativo de -0.1317 sobre el nivel de consumo bajo.

### b. Resultados de la ciudad de Independencia

**Tabla 49***Factores del modelo logístico*

Modelo	B	Erro estándar	z value	Pr(> z )	Sig
<b>Modelo I: NCM/NCB</b>					
Intercepto	1.3124	0.2181	6.017	1.78E-09	***
FSCH	-0.1988	0.2042	-0.974	0.330194	.
FSPA	-1.2228	0.4584	-2.668	0.007639	**
FA	-0.8755	0.5597	-1.564	0.117788	.
FE	1.2977	0.3575	3.63	0.000284	***
FSPP	1.5083	0.5324	2.833	0.004614	**
<b>Modelo II: NCA/NCB</b>					
Intercepto	1.207	0.2209	5.463	4.67E-08	***
FSCH	-0.395	0.2149	-1.838	0.066077	.
FSPA	-0.8744	0.4532	-1.929	0.053699	.
FA	-0.2091	0.5721	-0.365	0.714751	.
FE	1.9674	0.3753	5.242	1.59E-07	***
FSPP	1.5301	0.5375	2.847	0.004419	**

0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Nota:* Se llevó a cabo el cálculo de los estimadores del modelo logístico multinomial, revelando que las variables que contribuyen significativamente son el factor económico, las personas pasivas y activas, mientras que los aparatos sanitarios tienen un impacto menor. No obstante, se observa que el factor ambiental no aporta de manera significativa al modelo.

**Tabla 50**

*Factores del modelo logístico con variables representativas*

<b>Modelo</b>	<b>B</b>	<b>Erro estándar</b>	<b>z value</b>	<b>Pr(&gt; z )</b>	<b>Sig</b>
<b>Modelo I: NCM/NCB</b>					
Intercepto	1.3269	0.2168	6.119	9.4E-10	***
FE	1.3661	0.3533	3.866	0.00011	***
FSP	1.5743	0.5315	2.962	0.00306	**
FSPA	-1.3823	0.4455	-3.103	0.00192	**
FSCH	-0.2346	0.2011	-1.166	0.24349	
<b>Modelo II: NCA/NCB</b>					
Intercepto	1.2043	0.2203	5.466	4.6E-08	***
FE	1.9731	0.3704	5.326	0.0000001	***
FSP	1.5653	0.5384	2.907	0.00365	**
FSPA	-0.9419	0.441	-2.136	0.03269	*
FSCH	-0.3974	0.2114	-1.88	0.06011	.

0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

*Nota:* Se realizó el cálculo de los estimadores del modelo logístico multinomial con las variables más representativas, observando que los estimadores de la variable factor económico y la variable personas pasivas tienen un comportamiento positivo, indicando que a medida que aumenta la económica y la cantidad de personas pasivas en los hogares los niveles de consumo aumentan, mientras que la variable personas activas y aparatos sanitarios tiene una influencia negativa.

### b.1. Verificación del ajuste del modelo

Para poder ilustrar el buen ajuste del modelo se ha realizado, ciertas verificaciones estadísticas los cuales se describen a continuación.

**Tabla 51**

*Cantidad de datos que predice el modelo*

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
124	17	171

*Nota:* La Tabla 51, indica que el modelo predice 124 datos de consume alto, 17 datos de consumo bajo y 171 datos de consumo medio, los resultados muestran la disparidad de datos en la predicción de los resultados, siendo el más afecto los niveles de consumo bajo.

**Tabla 52**

*Confiabilidad del modelo logístico con variables representativos*

Matriz de predicciones			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	71	9	44
Bajo	5	9	3
Medio	52	33	86
Porcentaje de confiabilidad			
$\%CF = (71+9+86)/312 = 0.5321 = 53.21\%$			

*Nota:* La Tabla 52, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, con un valor de 53.21%, este resultado indica que el modelo tiene un porcentaje bajo de confiabilidad.

**Tabla 53**

*PseudoR2*

Cálculo de PseudoR2			
McFadden	McFaddenAdj	CoxSnell	Nagelkerke
9.37 %	6.87 %	17.47 %	20.05 %

*Nota:* La Tabla 53, muestra el cálculo del PseudoR2 que varía de 6.87% a 20.05%, los valores indican que el modelo tiene un ajuste regular, ya que cumple con la recomendación mínima que es el 20%.

**Tabla 54**

*Prueba de Fittet*

Prueba de Fittet		
X2	df	P
16.32	16	0.4308

*Nota:* La Tabla 54, muestra el estadístico de la prueba de Fittet, con un p-value de 0.4308, este valor recomienda aceptar la hipótesis nulo, indicando que los datos se ajustan al modelo propuesto.

**Tabla 55**

*Efecto marginal del modelo*

Nivel de consumo	Variable	Estimador	Std. Error	z	Pr(> z )	2.50%	97.50%
Alto	FE	0.15306	0.0355	4.307	< 0.001	0.0834	0.2227
Alto	FSPP	0.06494	0.0627	1.036	0.30029	-0.0579	0.1878
Alto	FSPA	0.02235	0.0566	0.395	0.69268	-0.0885	0.1332
Bajo	FE	-0.1585	0.0297	-5.346	< 0.001	-0.2166	-0.1004
Bajo	FSPP	-0.17898	0.0592	-3.025	0.00249	-0.295	-0.063
Bajo	FSPA	0.14456	0.0489	2.956	0.00311	0.0487	0.2404
Medio	FE	0.00544	0.0394	0.138	0.8903	-0.0719	0.0827
Medio	FSPP	0.11404	0.0683	1.67	0.09499	-0.0198	0.2479
Medio	FSPA	-0.16691	0.0618	-2.699	0.00695	-0.2881	-0.0457

*Nota:* La Tabla 55, muestra los efectos marginales del modelo sobre los niveles de consumo, determinado que el factor económico tiene un efecto marginal significativo ( $p < 0.001$ ) sobre el nivel de consumo alto con un valor positivo de 0.15306, así mismo, el factor económico tiene un efecto marginal significativo ( $p < 0.001$ ), con valor negativo de -0.1585 sobre el nivel de consumo bajo. Por otra parte, las personas activas tienen una influencia marginal positiva de 0.14456 sobre los niveles de consumo bajo y las personas pasivas tienen una influencia negativa de -0.17898 en los niveles de



consumo bajo y, por último, en el nivel de consumo medio esta influenciado personas activas de manera negativo con un valor de -0.16691.

#### **4.2.3 Modelo de árbol de decisión**

Esta metodología, es utilizada en diversos campos, para poder realizar la clasificación de diversas variables. Es una técnica de aprendizaje supervisada que tiene un objetivo (variable dependiente), que permite predecir a partir de variables predictoras (independientes).

La metodología, utiliza diversos algoritmos de selección, entre los comunes se puede mencionar al índice de Gini, chi cuadrado, ganancia de información, reducción en la varianza (regresión), entre otros. Estos algoritmos estableces reglas de decisión a partir del análisis de los datos y con ellos se puede encontrar el modelo adecuado para los datos de análisis.

Los árboles de decisión es una metodología muy fácil de utilizar y no son sensibles a valores atípicos y son utilizados para capturar relaciones no lineales.

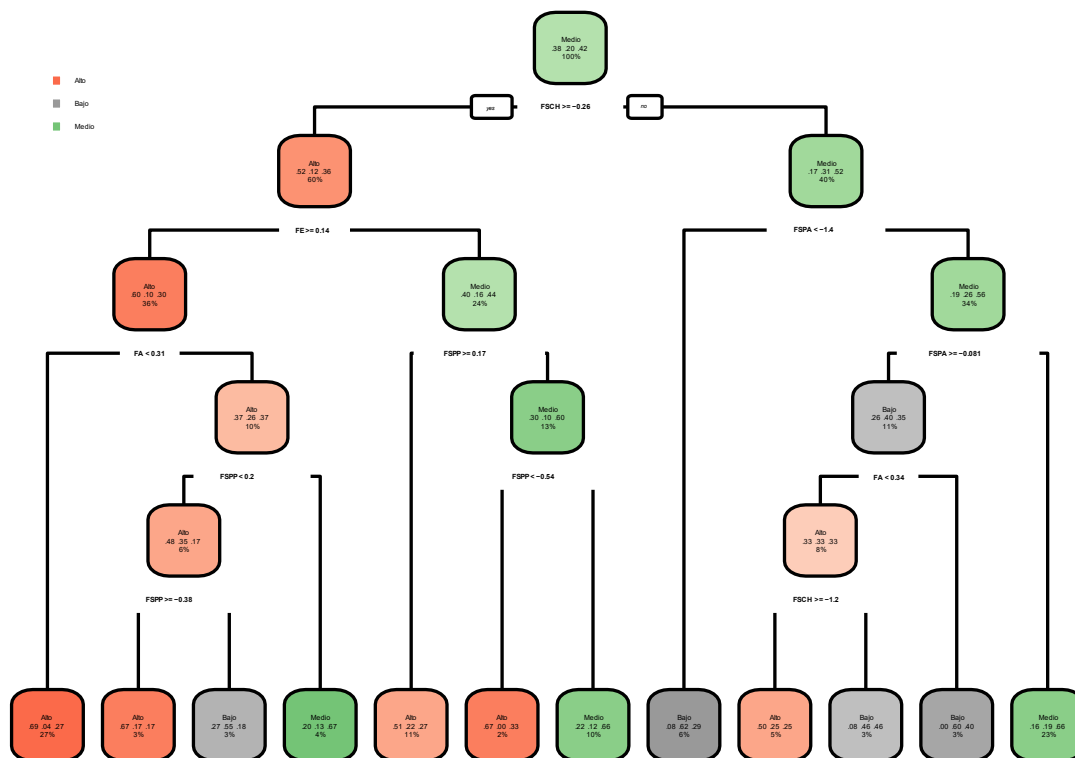
##### **4.2.3.1 Árbol de decisiones para la ciudad de Huaraz**

###### ***a. Construcción del modelo base***

Se ha realizado la construcción del modelo base, para iniciar con el proceso de aprendizaje supervisado, el que se ilustra en la Figura 36.

**Figura 36**

*Modelo inicial de árbol de decisión*



*Nota:* la Figura 36, representa el modelo inicial de aprendizaje supervisado, presentando el nodo raíz y los nodos terminales, así como las ramas del árbol generado a través de reglas de clasificación.

**Tabla 56**

*Cantidad de datos que predice el modelo*

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
192	58	146

*Nota:* La Tabla 56, indica que el modelo predice 192 datos de consume alto, 58 datos de consumo bajo y 146 datos de consumo medio, por otra parte, cabe mencionar que el modelo predice poca cantidad de datos de nivel de consumo bajo.

**Tabla 57**

*Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones*

<b>Matriz de predicciones</b>			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	120	9	44
Bajo	5	33	3
Medio	52	33	96
Porcentaje de confiabilidad			
<b>%CF = (120+33+96)/396 = 0.6288 =62.88%</b>			

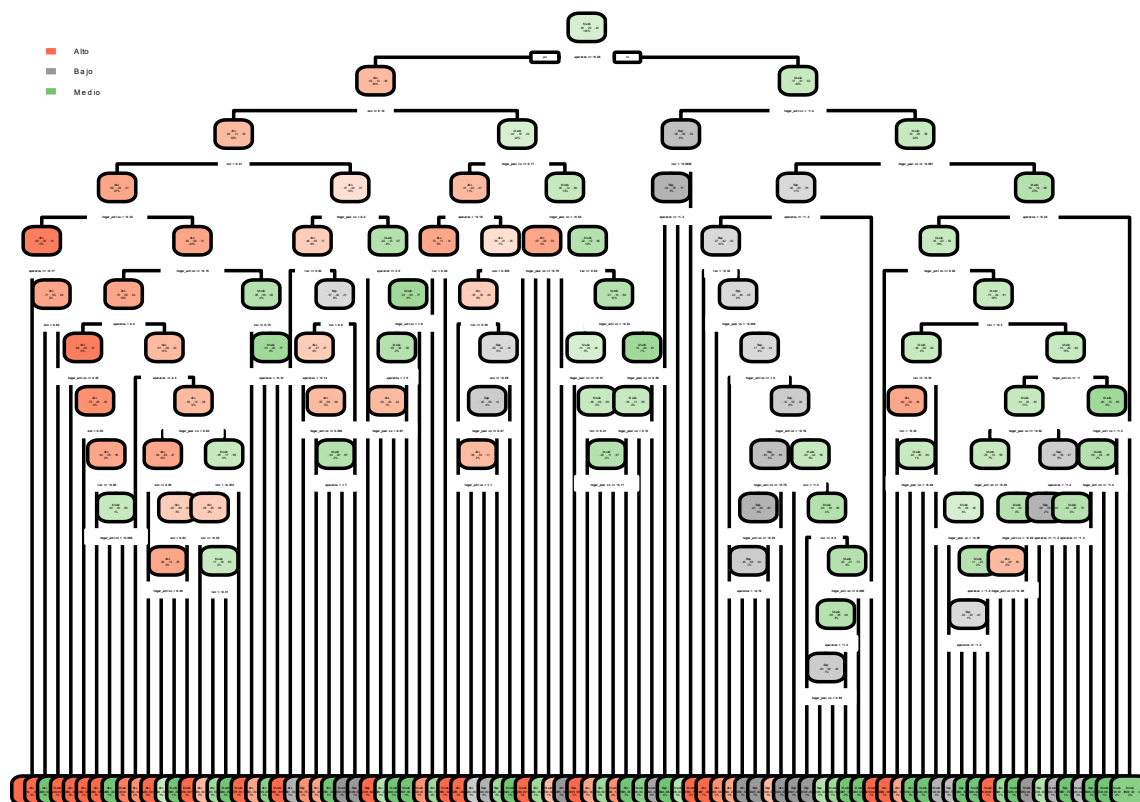
*Nota:* La Tabla 57, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, con un valor de 62.88%, este valor indica que el modelo tiene un porcentaje intermedio de confiabilidad, los datos se irán ajustando a medida que al modelo se le asigne cambio y el aprendizaje vaya evolucionando.

***b. Verificación del sobreajuste debido a los nodos finales***

Uno de los problemas de este tipo de modelos es el sobreajuste, debido a la cantidad enorme de nodos finales, este error debe ser verificado y corregido, ya que si sucede este proceso la interpretación del modelo llevara a conclusiones inadecuadas.

**Figura 37**

*Modelo sobreajustado debido a los nodos terminales*



*Nota:* La Figura 37, presenta un sobreajuste del modelo, esto debido a la cantidad muy grande de los nodos terminales, trayendo como consecuencia la poca interpretación y manipulación del árbol, ofreciendo poca flexibilidad para generar las conclusiones correspondientes.

**Tabla 58**

*Cantidad de datos que predice el modelo*

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
154	71	171

*Nota:* La Tabla 58, indica que el modelo sobre ajustado predice 154 datos de consume alto, 71 datos de consumo bajo y 171 datos de consumo medio, los resultados muestran el aumento de los datos predichos, esto debido al sobreajuste del modelo.

**Tabla 59***Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones*

<b>Matriz de predicciones</b>			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	138	9	44
Bajo	5	61	3
Medio	52	33	154
Porcentaje de confiabilidad			
<b>%CF = (138+61+154)/396 = 0.8914 =89.14%</b>			

*Nota:* La Tabla 59, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, con un valor de 89.14%, este valor encontrado indica que el modelo tiene una confiabilidad alto. Este resultado es el esperado, ya que el modelo se encuentra sobre ajustado, para lo cual se debe realizar la poda del árbol, mediante criterios adecuados.

### *c. Definición del criterio de poda*

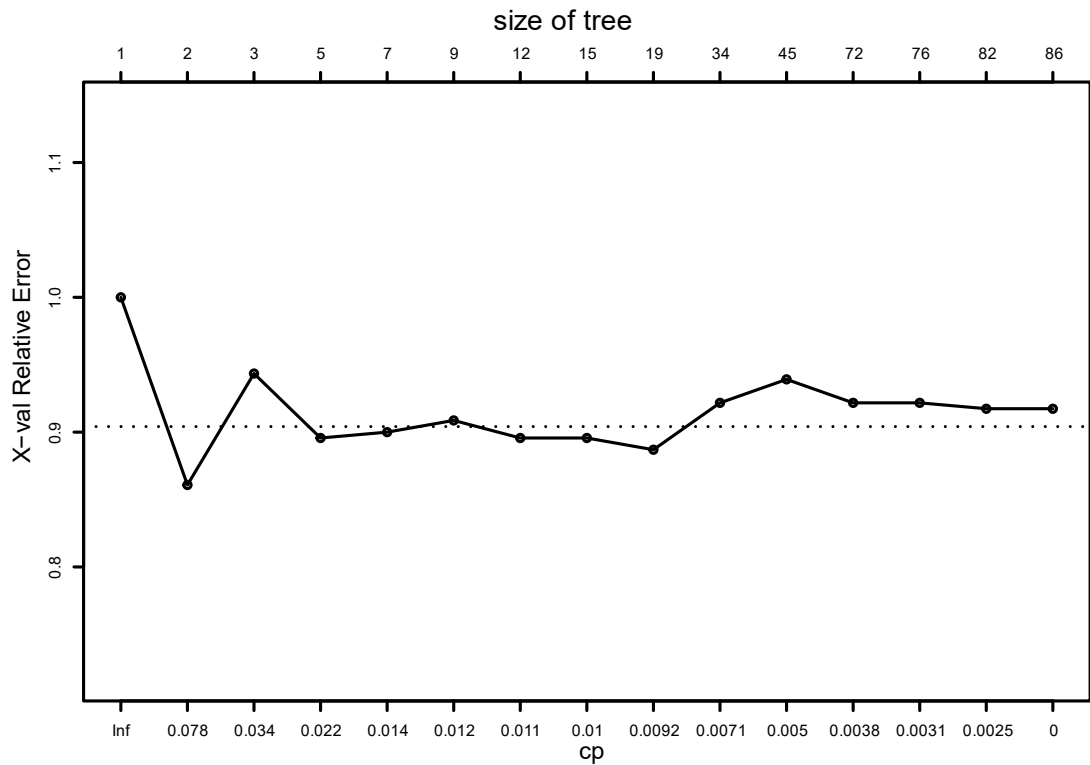
Como ya se ha descrito en los aparatos anteriores, la desventaja de ese tipo de modelos es el sobreajuste, por ello es necesario la poda y así obtener modelos más confiables. Par tal fin, se utilizará el criterio de error mínimo y el valor de la complejidad como punto de corte para la poda.

**Tabla 60***Datos de la complejidad (CP) del modelo para la poda*

Nº	CP	nsplit	rel error	xerror	xstd
1	0.1739	0	1.0000	1.0000	0.0427
2	0.0348	1	0.8261	0.8609	0.0433
3	0.0326	2	0.7913	0.9435	0.0431
4	0.0152	4	0.7261	0.8957	0.0432
5	0.0130	6	0.6957	0.9000	0.0432
6	0.0116	8	0.6696	0.9087	0.0432
7	0.0101	11	0.6348	0.8957	0.0432
8	0.0098	14	0.6044	0.8957	0.0432
9	0.0087	18	0.5652	0.8870	0.0432
10	0.0058	33	0.4304	0.9217	0.0432
11	0.0043	44	0.3652	0.9391	0.0431
12	0.0033	71	0.2261	0.9217	0.0432
13	0.0029	75	0.2130	0.9217	0.0432
14	0.0022	81	0.1957	0.9174	0.0432
15	0.0000	85	0.1870	0.9174	0.0432

**Figura 38**

*Diagrama de complejidad*

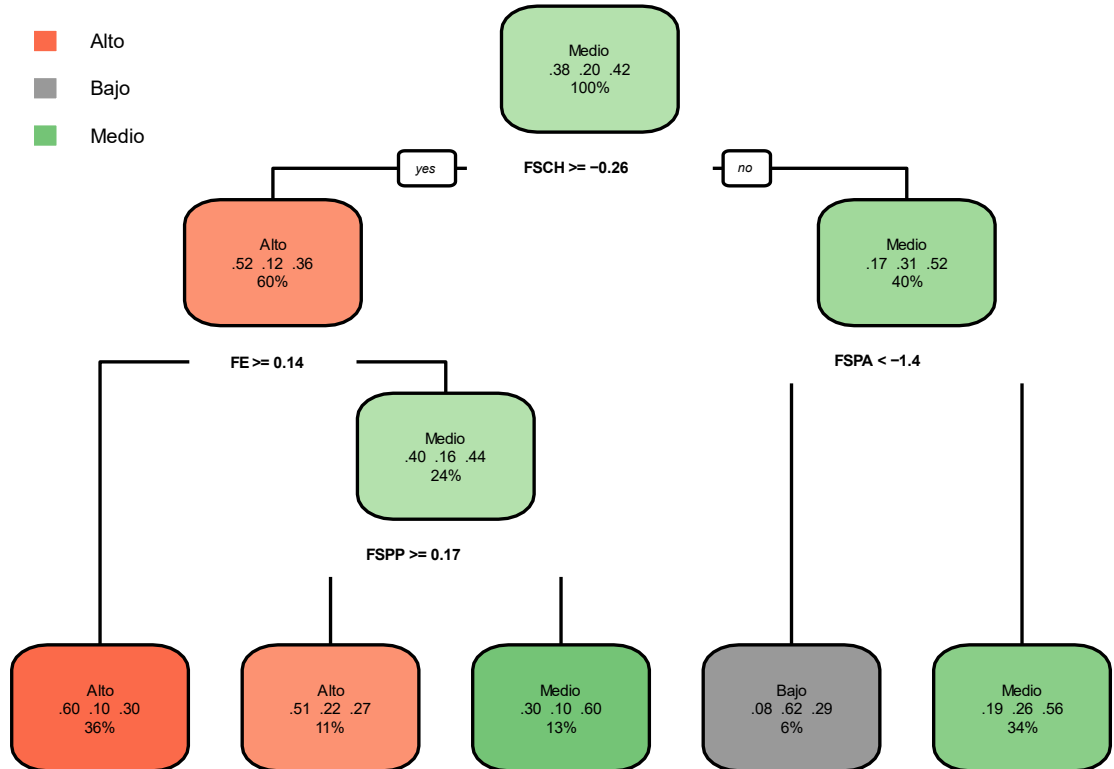


*Nota:* Los datos de complejidad y el diagrama de complejidad indican que el punto de corte para la poda será un CP con un valor de 0.0152 por presentar el menor error (0.8957). Este valor será utilizado en la poda para obtener el modelo final del árbol de decisiones.

d. Modelo con poda

Figura 39

Modelo final después de la poda con CP=0.0152



Nota: En el modelo final del árbol después de la poda, se observa que las variables FSCH, FE, FSPP y FSPA son los que influyen en los niveles de consumo de la ciudad de Huaraz.

Tabla 61

Cantidad de datos que predice el modelo

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
189	24	183

Nota: La Tabla 61, indica que el modelo final obtenido a través de la poda predice 189 datos de consume alto, 24 datos de consumo bajo y 183 datos de consumo medio, mostrando que los niveles de consumo bajo tienen poca predicción con el modelo encontrado.

**Tabla 62***Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones podado*

<b>Matriz de predicciones</b>			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	110	9	44
Bajo	5	15	3
Medio	52	33	104
Porcentaje de confiabilidad			
<b>%CF = (110+15+104)/396 = 0.5782 =57.82%</b>			

*Nota:* La Tabla 62, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, tiene un valor de 57.82%. Este resultado, indica que el modelo tiene un porcentaje intermedio de confiabilidad, ya que muchos autores indican que debe existir como mínimo un valor de 50%.

**Tabla 63***Grado de importancia de las variables en el modelo*

<b>FSCH</b>	<b>FSPA</b>	<b>FE</b>	<b>FSPP</b>	<b>FA</b>
32.80%	23.00%	21.00%	20.40%	2.80%

*Nota:* La Tabla 63, muestra el orden de importancia de las variables en el modelo. La variable FSCH tiene la mayor importancia con 32.80% seguido por la variable FSPA con un valor de 23.00%, luego FE con 21.00%, seguido por FSPP con 20.40% y el ultimo en la importancia el FA con 2.80%. Estos valores son indicativos que los niveles de consumo de agua en la ciudad de Huaraz están definidos por la variable FSCH en gran proporción.

#### **4.2.3.2 Árbol de decisiones para la ciudad de Independencia**

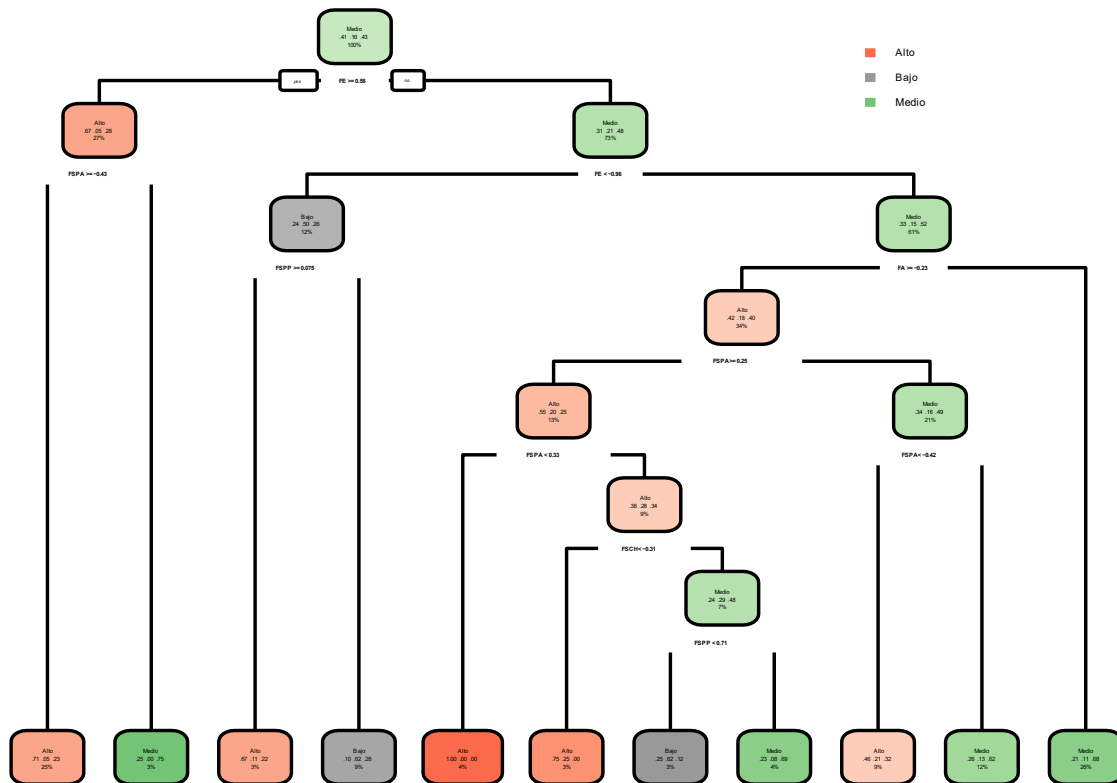
##### *a. Construcción del modelo base*

Se ha realizado la construcción del modelo base, para iniciar con el proceso de aprendizaje supervisado, los detalles se muestran en la Figura 40.



**Figura 40**

*Modelo inicial de árbol de decisión*



*Nota:* La Figura 40, representa el modelo inicial de aprendizaje supervisado, presentando el nodo raíz y los nodos terminales, así como las ramas del árbol generado a través de reglas de clasificación.

**Tabla 64**

*Cantidad de datos que predice el modelo*

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
133	37	142

*Nota:* La Tabla 64, indica que el modelo predice 133 datos de consume alto, 37 datos de consume bajo y 142 datos de consume medio, así mismo cabe mencionar, el modelo predice poca cantidad de datos de nivel de consumo bajo.

**Tabla 65**

*Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones*

<b>Matriz de predicciones</b>			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	91	9	44
Bajo	5	23	3
Medio	52	33	95

Porcentaje de confiabilidad

$$\%CF = (91+23+95)/312 = 0.6699 = 66.99\%$$

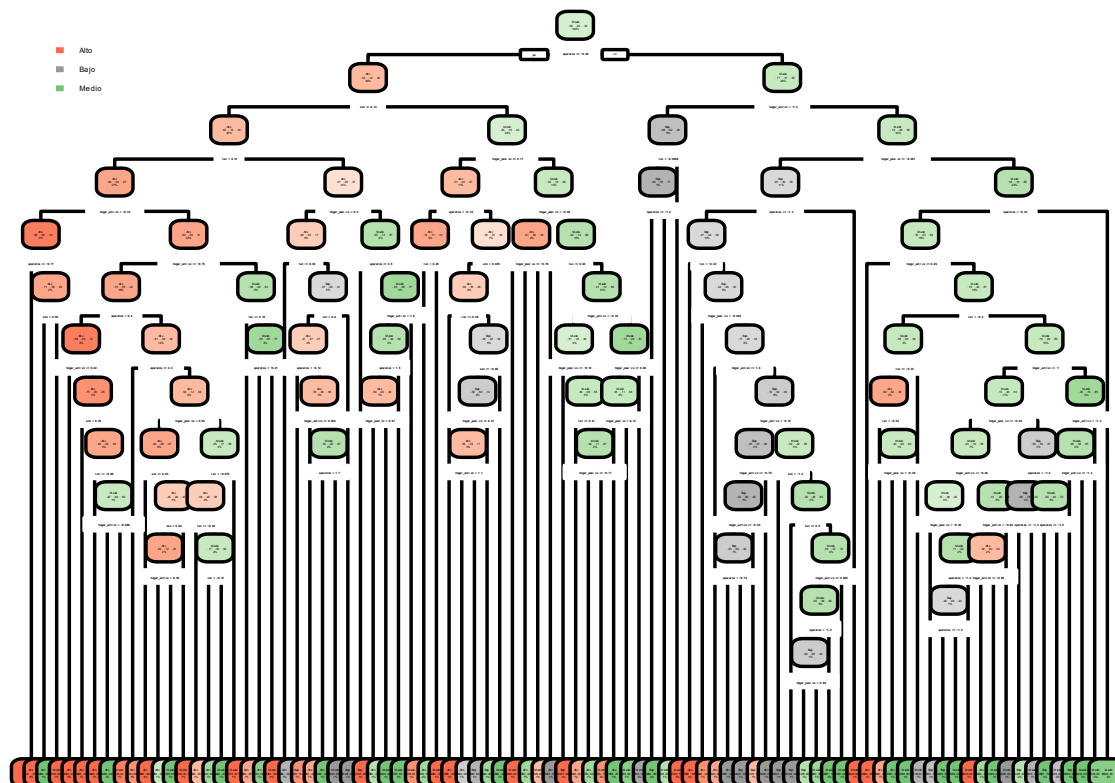
*Nota:* La Tabla 65, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, con un valor de 66.99%. Este resultado indica que el modelo tiene un porcentaje intermedio de confiabilidad, los datos se irán ajustando a medida que el modelo va desarrollando cambios y el aprendizaje vaya evolucionando.

***b. Verificación del sobreajuste debido a los nodos finales***

Uno de los problemas de este tipo de modelos es el sobreajuste, debido a la cantidad enorme de nodos finales, el cual debe ser verificado y corregido, ya que si sucede este procedo la interpretación del modelo llevara a conclusiones inadecuadas.

**Figura 41**

*Modelo sobreajustado debido a los nodos terminales*



*Nota:* La Figura 41, presenta un sobreajuste del modelo, esto debido a la cantidad muy grande de los nodos terminales, trayendo como consecuencia la poca interpretación y manipulación del árbol, ofreciendo poca flexibilidad para generar las conclusiones correspondientes.

**Tabla 66**

Cantidad de datos que predice el modelo

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
138	44	130

*Nota:* La Tabla 66, indica que el modelo sobre ajustado predice 138 datos de consume alto, 44 datos de consumo bajo y 130 datos de consumo medio, los resultados muestran el aumento de los datos predichos, esto debido al sobreajuste del modelo.

**Tabla 67**

Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones

<b>Matriz de predicciones</b>			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	122	9	44
Bajo	5	38	3
Medio	52	33	120
Porcentaje de confiabilidad			
<b>%CF = (122+38+120)/312 = 0.8974 =89.74%</b>			

*Nota:* La Tabla 67, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, con un valor de 89.74%. Este valor indica que el modelo tiene una confiabilidad alto, esto es lógico ya que se encuentra sobre ajustado, para solucionar la problemática, se debe realizar la poda del árbol, mediante criterios adecuados.

**c. Definición del criterio de poda**

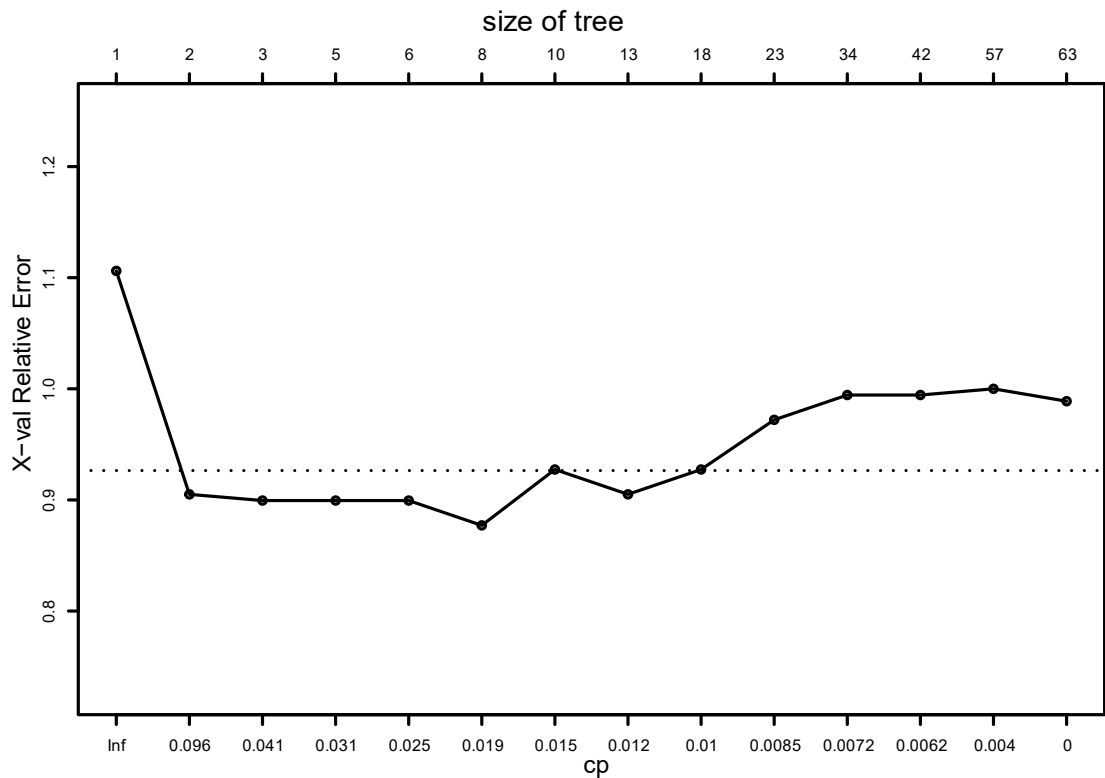
Como ya se ha descrito en los apartados anteriores, la desventaja de ese tipo de modelos es el sobreajuste, por ello es necesario la poda y así obtener modelos robustos, para tal fin se utilizará el criterio de error mínimo y el valor de la complejidad como punto de corte para la poda.

**Tabla 68***Datos de la complejidad (CP) del modelo para la poda*

Nº	CP	nsplit	rel error	xerror	xstd
1	0.1844	0	1.0000	1.1173	0.0473
2	0.0503	1	0.8156	0.9665	0.0490
3	0.0335	2	0.7654	0.9553	0.0491
4	0.0279	4	0.6983	0.9665	0.0490
5	0.0223	5	0.6704	0.9665	0.0490
6	0.0168	7	0.6257	0.8994	0.0493
7	0.0140	9	0.5922	0.9441	0.0492
8	0.0112	12	0.5419	0.9330	0.0492
9	0.0098	17	0.4860	0.9441	0.0492
10	0.0074	22	0.4358	0.9274	0.0492
11	0.0070	33	0.3520	0.9386	0.0492
12	0.0056	41	0.2793	0.9386	0.0492
13	0.0028	56	0.1955	0.9162	0.0493
14	0.0000	62	0.1788	0.9050	0.0493

**Figura 42**

*Diagrama de complejidad*

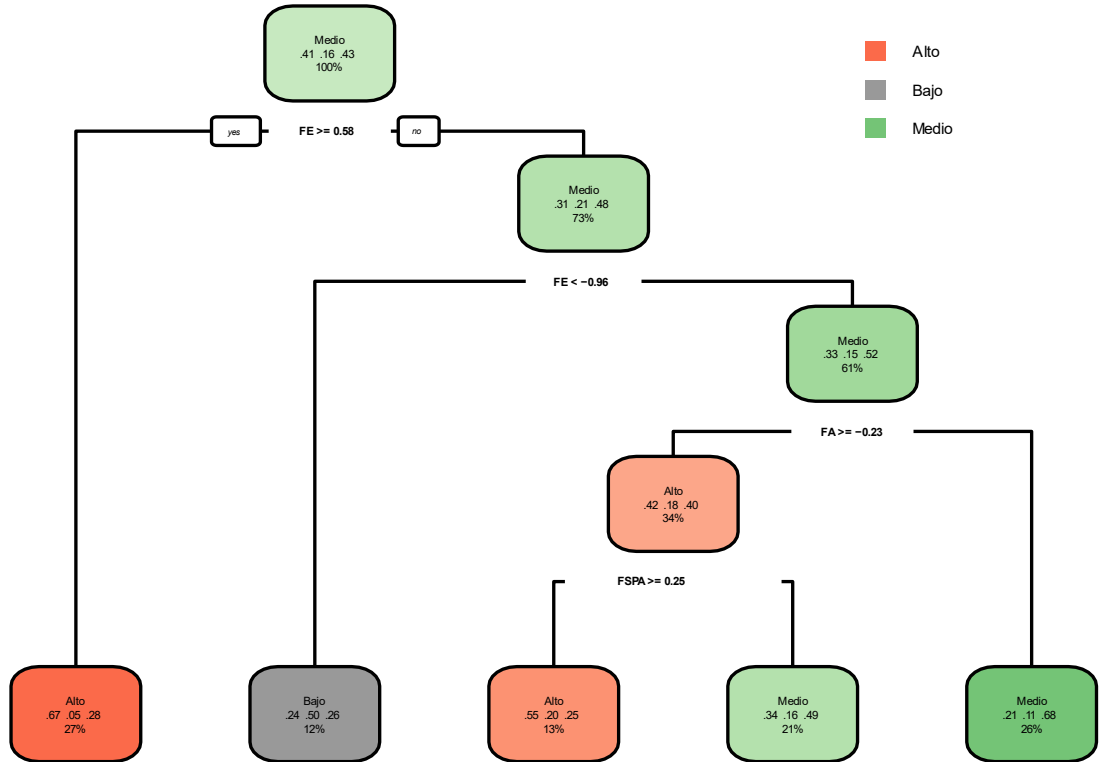


*Nota:* Los datos de complejidad y el diagrama de complejidad indican que el punto de corte para la poda será un CP con valor de 0.0279 por presentar el menor error (0.9665). Este valor será utilizado en la poda y obtener el modelo final del árbol de decisiones.

d. Modelo con poda

Figura 43

Modelo final después de la poda con  $CP=0.0279$



Nota: En el modelo final del árbol después de la poda, se puede apreciar que las variables FE, FA y FSPA son los que influyen en los niveles de consumo de la ciudad de Independencia.

Tabla 69

Cantidad de datos que predice el modelo

Cantidad de predicciones del modelo		
Alto	Bajo	Medio
125	38	149

Nota: La Tabla 69, indica que el modelo final con la poda, predice 125 datos de consume alto, 38 datos de consumo bajo y 149 datos de consumo medio.

**Tabla 70***Confiabilidad del modelo de árbol de decisiones podado*

<b>Matriz de predicciones</b>			
	Alto	Bajo	Medio
Alto	79	12	34
Bajo	9	19	10
Medio	40	20	89
Porcentaje de confiabilidad			
<b>%CF = (79+19+89)/312 = 0.5993 = 59.93%</b>			

*Nota:* La Tabla 70, muestra el porcentaje de confiabilidad del modelo, con un valor de 59.93%. Este valor indica que el modelo tiene un porcentaje intermedio de confiabilidad, ya que muchos autores indican que debe existir como mínimo un valor de 50%.

**Tabla 71***Grado de importancia de las variables en el modelo*

<b>FE</b>	<b>FSCH</b>	<b>FSPA</b>	<b>FA</b>	<b>FSPP</b>
40.80%	18.60%	17.00%	13.80%	9.80%

*Nota:* La Tabla 71, muestra el orden de importancia de las variables en el modelo. La variable FE tiene la mayor importancia con 40.80% seguido por la variable FSCH con un valor de 18.60%, luego FSPA con un valor de 17.00%, seguido por FA con un valor de 13.80% y el ultimo en la importancia el FSPP con 9.80%. Estos valores son indicativos, de que los niveles de consumo de agua en la ciudad de Independencia están definidos por la variable FE en gran proporción.

### 4.3 Discusión de resultados

#### 4.3.1 Variables e indicadores

Los niveles de consumo de agua potable del área urbana de la ciudad de Huaraz e Independencia, dentro del ámbito de influencia de la EPS Chavín, ha sido evaluado con 75 indicadores agrupados en las variables: Factor

Social, Factor Económico y Factor Ambiental. La variable Factor Social a la vez tiene 4 dimensiones: i) Características sociodemográficas, evaluado con 14 indicadores. ii) Características del hogar, evaluado con 29 indicadores. iii) Condición tecnológica del hogar, evaluado con 3 indicadores y iv) Conducta del usuario, evaluado con 12 indicadores. Por otra parte, la variable Factor Económico ha sido evaluado con 16 indicadores y la variable Factor Ambiental solo tiene 1 indicador.

Los indicadores de las variables fueron desarrollados a partir de una exhaustiva revisión bibliográfica. Un ejemplo relevante es el estudio realizado por Fiorillo et al. (2021) donde se examinó la influencia del cambio climático con respecto a la demanda de agua potable, adicionando los componentes sociales para el análisis comparativo adecuado, definiendo variables ambientales (temperatura media anual), variables sociales (nivel de educación) y variables económicas (ingreso total y tenencia del empleo). De manera similar, Han et al. (2021), llevaron a cabo un análisis sobre el efecto de los precios progresivos en el consumo de agua en la ciudad de Shanghai. Utilizaron diversas variables, tales como características del hogar (tipo de vivienda, número de habitantes, área de la vivienda, número de habitaciones, área verde, etc.), variables económicas (ingreso familiar) y variables ambientales (temperatura media anual). Destacaron especialmente las características del hogar para evaluar los niveles de consumo. En una investigación más reciente Bich-Ngoc et al. (2022) utilizaron como variable de análisis las características del hogar, fuentes alternativas de agua, propiedad de vivienda, aparatos de agua, actitud del usuario y forma urbana



en el uso del agua en el hogar para evaluar los factores que influye en el consumo de agua en Valonia, Bélgica.

Basándonos en la extensa literatura que aborda los diversos factores que inciden en los niveles de consumo de agua potable en una ciudad, nuestra investigación ha organizado los indicadores en dimensiones y variables. En este contexto, cada grupo de indicadores se asigna a una dimensión, y a su vez, conjuntos de dimensiones conforman una variable. La cantidad de variables definirá, en última instancia, el nivel de consumo de agua potable tanto para la ciudad de Huaraz como para Independencia.

#### **4.3.2 *Estadística descriptiva de los datos***

Para la ciudad de Huaraz los indicadores de la dimensión características sociodemográficas de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño teniendo un valor mínimo de 0.80 para el indicador FS FSD5 y un valor máximo de 1.59 para el indicador FS FSD10; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 3.44 para FS FSD5, un valor cercano a cero de 0.51 para el indicador FS FSD13 y un valor negativo mínimo de -0.31 para el indicador de FS FSD7; la curtosis presenta un valor positivo máximo de 15.40 para el indicador FS FSD5, un valor cercano a cero de 0.21 para el indicador de FS FSD10 y un valor negativo mínimo de -1.13 para el indicador FS FSD7. Los indicadores de características del hogar de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 0.05 para el indicador FS CH16 y un valor máximo de 1.51 para el indicador FS CH26; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 19.90 para los indicadores FS CH16 y FS CH17, un valor cercano a cero de 0.11 para el indicador FS CH26 y un valor

negativo mínimo de -2.54 para el indicador de FS CH27; la curtosis presenta un valor positivo máximo de 396.00 para los indicadores FS CH16 y FS CH17, un valor cercano a cero de -0.15 para el indicador de FS CH22 y un valor negativo mínimo de -1.99 para el indicador FS CH22. Los indicadores de características tecnológicas de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 0.93 para el indicador FS FT2 y un valor máximo de 1.66 para el indicador FS FT1; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 0.83 para el indicador de FS FT3, un valor cercano a cero de 0.64 para el indicador FS FT1; la curtosis presenta un valor cercano a cero de -0.55 para el indicador de FS FT3 y un valor negativo mínimo de -0.91 para el indicador FS FT1. Para los indicadores de conducta del usuario de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 2.61 para el indicador FS FC4 y un valor máximo de 4.26 para el indicador FS FC6; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 0.17 para el indicador FS FC12, un valor cercano a cero de 0.03 para el indicador FS FC3 y un valor negativo mínimo de -2.21 para el indicador de FS FC2; la curtosis presenta un valor positivo máximo de 3.29 para el indicador FS FC2, un valor cercano a 0 de -0.10 para el indicador de FS FC11 y un valor negativo mínimo de -1.00 para el indicador FS FC8. Los indicadores de la variable factor económico presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 0.43 para el indicador FE13 y un valor máximo de 1.82 para el indicador FE14; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 4.13 para el indicador FE8, un valor cercano a cero de 0.01 para el indicador FE15 y un valor negativo mínimo de -0.40 para el indicador de FE3; la curtosis presenta un

valor positivo máximo de 17.90 para el indicador FE8, un valor cercano a 0 de -0.36 para el indicador de FE1 y un valor negativo mínimo de -1.56 para el indicador FE2. La variable factor ambiental tiene una desviación estándar de 1.21, asimetría de -0.37 y una curtosis de -0.65. los niveles de consumo de agua tienen una desviación estándar de 0.75, asimetría de -0.27 y curtosis de -1.18.

Para la ciudad de independencia los indicadores de la dimensión características sociodemográficas de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño teniendo un valor mínimo de 0.66 para el indicador FS FSD5 y un valor máximo de 1.56 para el indicador FS FSD12; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 3.74 para FS FSD5, un valor cercano a cero de -0.61 para el indicador FS FSD7 y un valor negativo mínimo de -0.61 para el indicador de FS FSD7; la curtosis presenta un valor positivo máximo de 20.72 para el indicador FS FSD5, un valor cercano a 0 de 0.44 para el indicador de FS FSD10 y un valor negativo mínimo de -0.75 para el indicador FS FSD7. Los indicadores de características del hogar de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 0.00 para los indicadores FS CH16 y FS CH17 y un valor máximo de 1.51 para el indicador FS CH26; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 10.40 para para el indicador FS CH21, un valor cercano a cero de -0.04 para el indicador FS CH6 y un valor negativo mínimo de -1.54 para el indicador de FS CH27, los indicadores FS CH16 y FS CH17 no tienen asimetría por presentar una desviación estándar 0; la curtosis presenta un valor positivo máximo de 118.18 para para el indicador FS CH21, un valor

cercano a 0 de -0.05 para el indicador de FS CH1 y un valor negativo mínimo de -1.99 para el indicador FS CH25, los indicadores FS CH16 y FS CH17 no tienen curtosis por presentar una desviación estándar 0. Los indicadores de características tecnológicas de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 0.71 para el indicador FS FT3 y un valor máximo de 1.05 para el indicador FS FT2; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 1.04 para el indicador de FS FT2, un valor cercano a cero de 0.78 para el indicador FS FT1; la curtosis presenta un valor cercano a 0 de -0.31 para el indicador de FS FT2 y un valor negativo mínimo de -0.92 para el indicador FS FT1. Los indicadores de conducta del usuario de la variable factor social presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 0.61 para el indicador FS FC1 y un valor máximo de 1.31 para el indicador FS FC12; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 0.22 para el indicador FS FC8, un valor cercano a cero de 0.08 para el indicador FS FC12 y un valor negativo mínimo de -2.11 para el indicador de FS FC2; la curtosis presenta un valor positivo máximo de 2.71 para el indicador FS FC2, un valor cercano a 0 de 0.01 para el indicador de FS FC11 y un valor negativo mínimo de -1.10 para el indicador FS FC12. Los indicadores de la variable factor económico presenta desviación estándar pequeño con un valor mínimo de 0.79 para el indicador FE2 y un valor máximo de 1.92 para el indicador FE14; la asimetría tiene un valor positivo máximo de 3.60 para el indicador FE11, un valor cercano a cero de 0.06 para el indicador FE16 y un valor negativo mínimo de -0.51 para el indicador de FE3; la curtosis presenta un valor positivo máximo de 16.69 para el indicador FE11, un valor cercano a 0 de -

0.21 para el indicador de FE1 y un valor negativo mínimo de -1.35 para el indicador FE15. La variable factor ambiental tiene una desviación estándar de 1.23, asimetría de -0.22 y una curtosis de -0.83. Los niveles de consumo de agua tienen una desviación estándar de 0.74, asimetría de -0.33 y curtosis de -1.11.

Los valores reducidos de la desviación estándar en los datos de las ciudades de Huaraz e Independencia sugieren que los datos están estrechamente agrupados alrededor de la media geométrica. Al considerar la asimetría, los valores positivos señalan que los datos se sitúan en la cola derecha de la distribución normal, mientras que aquellos cercanos a cero indican una concentración similar a la distribución normal, y los valores negativos sugieren que los datos se encuentran en la cola izquierda de la distribución normal. En cuanto a la curtosis, los valores negativos sugieren una curva de distribución platicúrtica, aquellos cercanos a cero indican una distribución similar a la normal, y los valores positivos señalan una curva leptocúrtica (Córdova Zamora, 2003; Myres, 2012).

El comportamiento de los 75 indicadores identificados para determinar los niveles de consumo de agua potable en las ciudades de Huaraz e Independencia es diverso. Algunos datos se agrupan en la cola derecha de la curva normal, otros en la parte izquierda y algunos en la región central. La forma de la distribución también varía, pero todos los datos se agrupan en relación con la media geométrica. En contraste con nuestro estudio, se puede hacer referencia a las investigaciones de Sebusang y Basupi (2022) y Ben Zaied et al. (2020), quienes, al analizar datos mediante estadísticas

descriptivas, encontraron comportamientos similares en los indicadores que influyen en los niveles de consumo de agua potable.

#### 4.3.3 *Confiabilidad de los datos*

Para determinar la confiabilidad de los datos se utilizó Alfa de Cronbach y Omega de McDonald, el primer coeficiente mide la fiabilidad de los datos en función al número de ítems y la proporción de la varianza total de la prueba debido a la covarianza entre sus partes (ítems), es decir la fiabilidad depende de la longitud de la prueba y de la covarianza entre sus ítems (R. Ledesma et al., 2002). El valor obtenido para los datos de la ciudad de Huaraz es de 0.860 y para la ciudad de Independencia es de 0.881. Los valores encontrados están dentro del rango permitido que es de 0.70 a 0.90 como recomienda la bibliografía existente (Bojórquez Molina et al., 2013; Contreras Espinoza & Novoa-Muñoz, 2018; Gonzales Alfonso & Santacruz, 2015; Ledesma et al., 2002).

Por otra parte, se ha realizado la estimación de la omega de McDonald, ya que este indicador estima con mayor precisión la consistencia interna en comparación con el alfa de Cronbach. Los ítems que forman parte de la escala, muestran coeficientes sustancialmente disímiles en una matriz de coeficientes de análisis factorial o en los coeficientes de correlación corregidos de cada ítem con la puntuación total (Campo-Arias et al., 2014; Ceballos Ospino et al., 2017). Para ciudad de Huaraz se obtuvo un valor de 0.820 y para la ciudad de Independencia un valor de 0.884, los valores del indicador muestran una consistencia interna adecuada de los datos, ya que se encuentran en un rango de 0.70 a 0.90, tal como recomienda la bibliografía

existente (Arroyo Chávez et al., 2020; Bautista-Díaz et al., 2021; Campo-Arias et al., 2013, 2016; Cassiani-Miranda et al., 2017; Ceballos Ospino et al., 2017; Contreras Estrada et al., 2014).

Por último, es importante mencionar que la correlación entre los datos de los diferentes indicadores, debe ser positivo para tomar en cuenta la confiabilidad de los datos. Los datos de la ciudad de Huaraz e Independencia cumplen con esta condición. Basa en las evaluaciones realizadas, se concluye que los datos tienen una consistencia interna adecuada, por lo tanto, son confiables para realizar los análisis estadísticos en la investigación.

#### **4.3.4 *Análisis factorial exploratorio***

El análisis factorial exploratorio, después de seguir ciertos procedimientos descritos en el capítulo de resultados, identifica 5 variables latentes, los cuales están organizados de la siguiente manera: i) Factor Social – Aparatos sanitarios (FSCH), compuesto por los indicadores CH5, CH10, CH11, CH12, CH14, CH29 y FE2; ii) Factor social-personas activas (FSPA), compuesto por los indicadores FSDA14, FSDA2, FSDA4, FEA1, FEA3; iii) Factor ambiental (FA), compuesto por los indicadores FT2, FT3 y FA; iv) Factor económico (FE), compuesto por los indicadores CH26, FE1, FE 15, FCA4 y v) Factor social – Personas pasivas (FSPP), compuesto por los indicadores FSD13, FSDA1, FSDA3, FEA2.

La identificación de las variables latentes mediante la aplicación de la técnica de análisis de componentes principales muestra coherencia en la composición de los indicadores. En este sentido, el primer grupo se compone principalmente de la cantidad de aparatos sanitarios en el hogar, la cantidad



de servicios higiénicos y el costo del volumen de agua. Esto indica que la cantidad de servicios higiénicos define la cantidad de aparatos sanitarios, y el costo del volumen de agua consumido también influye en la cantidad de aparatos sanitarios. El segundo grupo está compuesto principalmente por personas activas en el hogar, como la cantidad de adultos, personas con educación superior, personas que trabajan, personas que están estudiando una educación superior y el número de mujeres en el hogar. Estas personas aportan dinamismo económico, social y cultural al hogar. El tercer componente se centra en aspectos ambientales, como el conocimiento de aparatos sanitarios inteligentes, el número de estos instalados en el hogar y el consumo de agua por estaciones. Estos indicadores contribuyen a la conciencia ambiental y a las costumbres de uso según el cambio ambiental en el hogar. El cuarto componente aborda indicadores económicos, como el ingreso familiar, otros servicios, hábitos de uso del hogar y la capacidad de la lavadora electrónica. La capacidad económica determina la instalación de otros servicios, la adquisición de una lavadora electrónica y su tamaño. Además, los hábitos de uso también están influenciados por la capacidad económica, ya que cada hábito puede generar mayores consumos de agua y, por ende, mayores costos de pago. El último componente está definido por personas pasivas en el hogar e incluye indicadores como el número de jóvenes en el hogar, personas con educación básica, personas que asisten a una educación básica y el número de varones en el hogar. Estos factores aportan un dinamismo diferente al hogar y, por ende, pueden generar distintos niveles de consumo de agua.



Por otra parte, es importante mencionar dos aspectos importantes que se han identificado en el análisis factorial exploratorio, el primero es con respecto al indicador FE2 (costo de volumen de agua consumida), que no se asocia con los indicadores del factor económico, más bien se asocia con los indicadores del factor social-aparatos sanitarios. El segundo es el indicador FCA4 (Hábitos de usos en el hogar), que no se asocia con los indicadores del factor ambiental, más bien se asocia con los indicadores del factor económico. Estas particularidades se deben a muchos factores, los cuales serán analizado y explicados en el análisis factorial confirmatorio, análisis conglomerados y modelos econométricos, desde el punto de vista emperica, conducta del consumidor y la teoría de la demanda.

Para la validación de la extracción de los factores, se realizó la prueba KMO, encontrando valores por encima del umbral recomendado (valor mayor a 0.70) y la prueba de esfericidad Barlett con valores por debajo del umbral recomendado ( $p < 0.05$ ) (Escobar-Zúñiga et al., 2021; Pizarro Romero & Martinez Mora, 2016; Rivas & Saiz, 2012). Estas pruebas indican que loas 5 componentes encontrados son adecuados para poder definir los niveles de consumo agua potable en la ciudad de Huaraz e Independencia.

Por último, se determinó el porcentaje de datos que explica los componentes encontrados, determinando que el modelo explica el 59.20% de los datos, este porcentaje es adecuado ya que el mínimo recomendado es el 50% y el más adecuado el 60%, los resultados cumplen con el mínimo recomendado y muy cercano al valor optimo.

Finalmente, es pertinente mencionar la investigación de ZEROUAL et al. (2021), quienes aplicaron la técnica de análisis de componentes principales a 20 indicadores agrupados en parámetros socioeconómicos, características físicas de las unidades de vivienda y hábitos interiores. Su estudio reveló tres componentes que explican el 77.47% de los datos. Asimismo, Han et al., (2021), analizó los datos del uso del agua de 6661 hogares en 14 comunidades de Shanghái, identificando dos componentes que explican el 31.60% de los datos. Estas evidencias empíricas respaldan la idoneidad de la cantidad de componentes encontrados en nuestra investigación, sugiriendo que estos proporcionarán resultados sólidos en los análisis posteriores que llevaremos a cabo.

#### ***4.3.5 Análisis factorial confirmatorio***

El análisis factorial confirmatorio, muestra diversas correlaciones estandarizadas entre los indicadores de las variables latentes y entre variables latentes, con valores de correlación que va de un valor mínimo hasta un máximo valor.

La variable latente FSCH, presenta una correlación estandarizada mínima con el indicador FE2 (0.21) y una correlación estandarizada máxima con el indicador CH11 (0.98). Esta variable latente presenta las más altas correlaciones con sus indicadores, indicando que los factores que lo integran tienen un buen aporte en su conformación y con ello generar resultados adecuados. La variable FSPA, tiene una correlación estandarizada mínima con el indicador FEA3 (0.58) y una correlación estandarizada máxima con el indicador FSDA2 (0.87), en esta variable la correlación de casi todos los

indicadores tiene valores similares, lo que sugiere que los componentes contribuyen con una intensidad equivalente en esta variable. La variable FA tiene una correlación estandarizada mínima con el indicador FA (0.24) y una correlación estandarizada máxima con el indicador FT2 (0.82), en esta variable los indicadores que lo conforman tienen aportes distintos, como se evidencia los valores de correlación. La variable FE tienen una correlación estandarizada mínima con el indicador FCA 4 (0.28) y una correlación estandarizada máxima con el indicador FE15 (0.69), el aporte de los indicadores CH26, FE15 y FE 1 son de forma similar. La variable FSPP tienen una correlación mínima con el indicador FSDA3 (0.60) y una correlación máxima con el indicador FSD13 (0.75), en esta variable todos los indicadores tienen aportes similares en la conformación de la variable latente. Por último, la correlación entre el indicador FSD13 y FSD 14 tiene un valor negativo (-0.44), este comportamiento es de esperar ya que uno de ellos es número de varones en el hogar y el otro número de mujeres en el hogar.

También es importante mencionar, que existe correlaciones entre las variables latentes, como la correlación estandarizada mínima, entre la variable FE y FA (0.02) y una correlación máxima entre las variables FSPA y FSPP (0.77). Estos resultados indican que también existe interacción entre las variables latentes.

La discusión relacionada con los indicadores FE2 (Costo del volumen de agua consumida) y FCA4 (Hábitos de uso en el hogar), se va esclareciendo un poco más, al analizar las correlaciones estandarizadas. El primer indicador tiene un valor de 0.21, comparando con los otros indicadores que conforman la

variable latente, este valor es el mínimo, estos resultados van revelando que el costo del volumen de agua consumida no es un factor influyente en los niveles de consumo de agua. Así mismo el indicador FCA4 (Hábitos de usos en el hogar), tiene una correlación estandarizada de 0.28 y representa el mínimo de la variable latente, también se puede evidenciar que los hábitos de consumo no influyen en los niveles de consumo de agua.

Para la validación del modelo, se realizó pruebas de ajuste de bondad del modelo, mediante la razón chi-cuadrado a grados de libertad (menor a 3), valor residual cuadrático medio estandarizado (RMSEA) con valor inferior a 0.08 y 0.06, índice de ajuste comparativo (CFI) y el índice de Tuckey – Lewis (TLI) con valores superiores a 0.95 (Hair JR et al., 2003; Schermelleh-Engel et al., 2003; Weston & Gore, 2006). Los valores encontrados confirman que el modelo tiene una bondad de ajuste adecuado.

En contraste con los resultados encontrados en la investigación, Shahangian et al. (2022), emplearon ecuaciones estructurales para evaluar aspectos relevantes de la conducta de conservación del agua residencial. Se centraron en dos enfoques: las acciones de restricción de agua residencial y las acciones residenciales de eficiencia hídrica. Descubrieron que la auto eficiencia es la variable más influyente en ambas acciones, seguida por los beneficios percibidos. En el segundo caso, las barreras percibidas ejercen una influencia negativa. Para validar su modelo, utilizaron varios criterios de bondad de ajuste, como la razón chi-cuadrado a grados de libertad (menor a 3), el valor residual cuadrático medio estandarizado (SRMR) con un valor inferior a 0.08 y 0.06, el índice de bondad de ajuste ajustado (AGFI) con un valor superior a

0.85, el índice de ajuste normado (NFI) con un valor superior a 0.90, el índice de ajuste comparativo (CFI), y el índice de Tuckey – Lewis (TLI) con valores superiores a 0.95. Para la confiabilidad de los datos, utilizaron el alfa de Cronbach y la confiabilidad compuesta (CR) con valores superiores a 0.70. La bondad de ajuste del modelo propuesto por ellos se sitúa dentro de los umbrales típicos de valores aceptados.

#### **4.3.6 *Análisis de conglomerado de datos (Clúster)***

Después de determinar la cantidad de variables latentes, se realizó la segmentación de los datos según las características de los consumidores, mediante el análisis de conglomerado (Clúster). El procesamiento se realizó para los datos cuantitativos que conforman el análisis factorial y la combinación de datos cuantitativos y cualitativos, mediante diversas técnicas de selección.

Los hallazgos de la investigación revelan la posibilidad de segmentar los datos en cuatro categorías distintas de consumo de agua. Es decir, en las ciudades de Huaraz e Independencia se identifican cuatro grupos de consumidores que podrían ser empleados como base para la formulación de políticas de gestión específicas para este servicio. Contrario a la clasificación propuesta por, Sunnas (2022) en el estudio tarifario de la EPS Chavín, que contempla únicamente tres grupos de consumidores domésticos de agua, con consumos que oscilan entre 0 y 8 m<sup>3</sup>, entre 8 y 20 m<sup>3</sup>, y superiores a 20 m<sup>3</sup>, los resultados de nuestra investigación sugieren la existencia de cuatro grupos distintos.

Estos cuatro grupos emergentes podrían redefinir la estructura tarifaria en el ámbito de influencia de la EPS Chavín. Por lo tanto, los resultados no solo contradicen la actual clasificación de tres grupos propuesta por Sunass, sino que también sugieren la necesidad de una revisión y reconfiguración de la segmentación de los consumidores, con el fin de establecer nuevas estructuras tarifarias que beneficien a los usuarios y reflejen de manera más precisa sus patrones de consumo de agua. Este enfoque más detallado y ajustado a la realidad podría traducirse en políticas tarifarias más equitativas y eficientes para todos los estratos de consumidores, mejorando así la gestión global del servicio de agua en la región.

En contraste con los resultados, Rahim et al. (2021), propusieron la segmentación de los consumos agrupados en dos grupos, el primer grupo estaba determinado por datos con características de ingeniería y el segundo grupo son datos que incluye tiempos de uso y probabilidad ponderada de uso, para el primer grupo de datos aplicaron la técnica de análisis de componente principal, para reducir las variables y posterior a ello utilizaron el algoritmo de agrupamiento de k-medias con el método del codo para determinar el número óptimo de agrupamientos, encontrando 5 grupos que intervienen en los niveles de consumo de agua, para el segundo grupo de datos aplico el agrupamiento aglomerativo jerárquico, encontrando que los hogares caen en diferentes grupos según el tipo de día, evento e intervalo.

#### **4.3.7 Modelos econométricos de evaluación de los factores que intervienen en los niveles de consumo de agua potable**

El análisis mediante un modelo lineal múltiple indica que el Factor Social - Número de Aparatos Sanitarios (FSCH) y el Factor Ambiental (FA) son las variables preponderantes que influyen en los niveles de consumo de agua potable en la ciudad de Huaraz. En cambio, en la ciudad de Independencia, son el Factor Económico (FE) y el Factor Social – Número de Personas Pasivas (FSPP) los que ejercen una influencia más significativa en los niveles de consumo de agua. Sin embargo, este primer intento de modelar los factores que inciden en los niveles de consumo no logra un ajuste satisfactorio. Para la ciudad de Huaraz, solo explica el 6.96% de los datos, mientras que, para Independencia, el porcentaje es del 9.44%. Estos hallazgos se respaldan mediante la Figura 35, que ilustra la ausencia de correlación lineal entre los niveles de consumo de agua potable y los factores identificados. Es importante señalar que este modelo inicial se utilizó con propósitos exploratorios, sirviendo como una primera aproximación para obtener una visión general de los factores influyentes en el consumo de agua en ambas ciudades.

El segundo modelo analizado es el modelo logístico multinomial, el cual explora la probabilidad del nivel de consumo medio en relación con los niveles de consumo bajo (NCM/NCB) y la probabilidad de niveles de consumo alto en relación con los niveles de consumo medio (NCA/NCB). Este análisis determinó que las variables FA y FE son determinantes en los niveles de consumo de agua potable en la ciudad de Huaraz, con un nivel de

confiabilidad del 49.75%. Asimismo, para la ciudad de Independencia, se identificó que las variables FE y FSPP ejercen una mayor influencia, mientras que las variables FSCH y FSPA tienen una influencia menor en los niveles de consumo de agua potable, con un nivel de confianza del 53.21%. Los resultados de este modelo muestran un ajuste bajo, ya que los porcentajes de confiabilidad están por debajo de los valores recomendados, observando que el modelo enfrenta dificultades en la predicción de datos de nivel de consumo bajo debido al cálculo de una cantidad mínima de datos. Esta limitación se atribuye principalmente a problemas de linealidad en los datos y al desequilibrio en la distribución de datos entre los distintos niveles de consumo. Es relevante señalar que, a pesar de las dificultades de predicción, la prueba de Fittet indica que los datos se ajustan al modelo, aunque con un porcentaje de confiabilidad relativamente bajo. En conclusión, este segundo modelo muestra un rendimiento mejorado en la explicación de los datos de la investigación en comparación con el modelo lineal múltiple.

Se formuló un tercer modelo utilizando un enfoque de árbol de decisión basado en técnicas de aprendizaje supervisado. Los resultados de este modelo determinan que, para la ciudad de Huaraz, la variable FSCH ejerce la mayor influencia (32.80%) en los niveles de consumo de agua, seguida por FSPA (23.00%), FE (21.00%), y FSPP (20.40%). Notablemente, la variable FA no se incluye en el modelo debido a su baja influencia (2.80%). Este modelo presenta 57.82% de confiabilidad en los datos, y la capacidad predictiva de niveles de consumo bajo experimenta un aumento significativo. En el caso de la ciudad de Independencia, el modelo identifica que la variable FE tiene la



mayor influencia (40.80%) en los niveles de consumo de agua, seguida por la variable FSCH (18.60%), FSPA (17.00%), y FA (13.80%). En contraste, el factor FSPP no se incorpora al modelo debido a su menor porcentaje de influencia (9.80%). Los resultados de este modelo presentan 59.93% de confiabilidad, y la capacidad predictiva de los datos en el nivel de consumo bajo se eleva significativamente. En conclusión, los resultados obtenidos permiten afirmar que este tercer modelo demuestra un rendimiento superior en comparación con el modelo lineal múltiple y el modelo logístico multinomial.

Realizando una comparativa entre los modelos que identificaron las variables influyentes en los niveles de consumo de agua en la ciudad de Huaraz, se concluye que la variable FSCH es la de mayor influencia, ya que dos modelos (el modelo lineal múltiple y el árbol de decisiones) predicen su importancia. Le sigue en orden de influencia la variable FE, luego FSPA, FSPP, y finalmente, la variable FA. Es importante señalar que, en el caso de esta última variable, tanto el modelo lineal múltiple como el modelo logístico multinomial la predicen como una de las más influyentes en el nivel de consumo de agua potable. No obstante, se advierte la necesidad de analizar estos resultados con precaución, dado que los modelos que realizan estas predicciones no generan porcentajes de confiabilidad satisfactorios. Por ende, la priorización de las variables se basará en el modelo con mayor nivel de confiabilidad, siendo el modelo de árbol de decisiones el determinante en este caso.

Para la ciudad de Independencia, la variable FE es la de mayor influencia, ya que los tres modelos la predicen como la más importante. Le siguen en orden de influencia la variable FSCH, predicha por dos modelos (modelo logístico multinomial y modelo de árbol de decisiones), y la variable FSPA, también predicha por dos modelos. Se destaca como un caso peculiar la variable FA, que no es predicha como influyente en los niveles de consumo de agua por dos modelos (modelo lineal múltiple y modelo logístico multinomial), pero el modelo de árbol de decisiones sí la considera relevante. Por tanto, la decisión se tomará basándose en el modelo con mayor confiabilidad, colocando esta variable en el cuarto lugar de influencia. Finalmente, la variable FSPP es identificada como la de menor influencia en los niveles de consumo de agua.

La ciudad de Huaraz esta influencia por la variable Factor social - Características del Hogar (FSCH) en los niveles de consumo de agua potable, y para la ciudad de independencia esta variable está en el segundo lugar de importancia, así mismo es importante mencionar que esta variable latente está conformado por los indicadores: número de servicios higiénicos, numero de aparatos sanitarios (duchas, inodoros, lavatorios, urinarios, lavaderos) y costo de volumen de agua consumido, tal como indica el análisis factorial exploratorios, así mismo el aporte del número de servicios higiénicos y número de aparatos sanitarios a esta variable es significativo y el aporte del costo de volumen de agua es mínimo. Estos resultados ponen en discusión dos aspectos importantes, por una parte, características propias del hogar y por otra parte el costo de volumen de agua consumida, este último todavía

más controversial, ya que no forma parte de los factores económicos que se ha analizado en la investigación.

La influencia de las características del hogar en los niveles de consumo de agua potable, como se evidenció en esta investigación, ha sido objeto de estudio y confirmación en varios trabajos científicos. Por ejemplo, Ramírez Mosquera et al. (2019) determinaron que la cantidad de aparatos sanitarios incide en el consumo de agua potable. Del mismo modo Rahim et al. (2021) informan, que las variables como la ducha, baño, lavadora de ropa, lavaplatos bañera e irrigación intervienen de manera significativa en el consumo de agua potable; Edirisinghe y Pathirana (2021) encontraron que el número de baños y tamaño del hogar son variables predictoras del ahorro de agua, J. Garcia et al. (2019), encontró que las características de la construcción (número de baños, antigüedad del edificio y el área construida) así como la presencia de electrodomésticos que ahorran el agua son indicadores que influyen en el consumo de agua potable. Bich-Ngoc et al. (2022), informo que las características del hogar (área del lote) y las propiedades de las viviendas intervienen en el consumo de agua potable. Mostafavi et al. (2018) indicaron que el tamaño del hogar y la eficiencia de los electrodomésticos son los indicadores más decisivos del consumo de agua en interiores y por último Villar-Navascués y Pérez-Morales (2018) encontraron que las viviendas con piscinas son los mayores consumidores de agua. Todas las evidencias empíricas recopiladas de la literatura científica respaldan y concuerdan con los resultados de esta investigación, consolidando la validez de la relación entre las características del hogar y el consumo de agua potable.

Otro aspecto importante para la discusión es el costo asociado al volumen de agua consumida, el cual está vinculado a las características del hogar y no guarda necesariamente relación con el factor económico, ni conforma una variable latente de mayor influencia. Esta particularidad se deriva de la gestión específica del costo del volumen de agua consumida por parte de la entidad que administra el servicio.

En primer lugar, se destaca la estructura tarifaria actual, que opera bajo un modelo de tarifas por bloques, con cobros establecidos en tres segmentos: de 0 a 8m<sup>3</sup>, de 8 a 20m<sup>3</sup> y más de 20m<sup>3</sup>. Sin embargo, el análisis de conglomerados realizado en la investigación sugiere la necesidad de una reformulación, proponiendo la segmentación en cuatro bloques.

Otro aspecto importante en mención, es el comportamiento del consumidor, el cual se ve influido por la asimetría de información en la estructura tarifaria manejada por la empresa prestadora del servicio. Esto genera, como indican Bachrach y Vaughan (1994), Cavanagh et al. (2002), Moffitt (1990), entre otros autores, que los consumidores elijan simultáneamente la cantidad de agua que desean consumir y el precio que están dispuestos a pagar. Por lo tanto, la variable determinante en la toma de decisiones es el precio promedio del servicio y no el precio marginal, ya que el usuario solo está consciente del consumo total y del gasto total en agua potable (Jarramillo de Souza, 2017). Así mismo Okumura (2006) informa que el mecanismo de precio por bloque no incentiva el uso eficiente, ya que, al pagarse por bloque de consumo, una vez que se alcanza cierto nivel, se paga como si se hubiera consumido todo el bloque. Estas afirmaciones sobre el comportamiento del consumidor con

respecto al costo del volumen de agua consumida encuentran respaldo en investigaciones recientes, como las realizadas por Sánchez García y Blanco Jiménez (2012) y Vallès-Casas et al. (2017) quienes indican que los precios no son sensibles a mayores consumos de agua. Es decir, cuando se implementa un aumento de los precios, la disminución del consumo es moderada. Han et al. (2021), también encontraron que las viviendas compartidas no son sensibles a los cambios de precios, ya que el costo total se comparte entre varios inquilinos. Además, Marzano et al. (2018) y Marzano et al. (2020) informan que los aumentos de precios residenciales a corto plazo podrían ser efectivos para impulsar la conservación del agua. De manera contraria, estudios realizados por Renwik y Archibald (1998) indican que un incremento del precio del agua repercute en un descenso del consumo hídrico, así mismo, Jaramillo Mosqueira, (2005), indica que el precio es un factor que interviene de manera directa en el consumo de agua potable, por lo que se debe realizar el control de precios mediante bloques. Esta afirmación de los autores se debe principalmente a que este tipo de control se realiza bajo condiciones adecuadas de aplicación.

Es importante señalar que la evidencia empírica encontrada respalda los resultados obtenidos en la investigación. Sin embargo, es importante aclarar que la investigación realizada ha sido de naturaleza transversal, por lo que no se ha llevado a cabo el cálculo de la elasticidad del precio. En consecuencia, se recomienda continuar explorando el comportamiento del precio del volumen de agua consumida en esta localidad para fortalecer los resultados

obtenidos e impulsar la implementación de políticas más sostenibles enfocadas en la gestión de la demanda en las ciudades estudiadas.

El factor económico es una variable importante que influye en los niveles de consumo de agua potable, destacando su impacto significativo en la ciudad de Independencia y en menor medida en Huaraz. Este factor está compuesto por el ingreso mensual, la capacidad de adquisición de otros servicios y electrodomésticos, así como los hábitos de uso en función de la capacidad de pago del servicio.

La influencia del ingreso mensual en los niveles de consumo de agua ha sido objeto de amplia exploración en la literatura. Estudios como Guzmán Soria et al., (2013), Kumar et al. (2021) y Ramsey et al. (2017), concluyen que el consumo doméstico está directamente vinculado a los niveles de ingreso de los usuarios. Otros investigadores, como Guzmán Soria et al. (2011), Salazar Adams y Pineda Pablos (2016) y Sauri (2020), han determinado que la reducción en los consumos de agua está correlacionada con factores económicos.

Este factor económico también se relaciona con la capacidad de adquisición de electrodomésticos y la instalación de otros servicios exteriores. Investigaciones de Agthe y Billings (2002), Chicoine y Rammamurthy (1986), J. M. Dalhuisen, De Groot, et al. (2002); Dandy et al. (1997), S. Garcia y Reynaud (2004), Höglund (1999), M. Nieswiadomy y Cobb (1993) y Worthington y Hoffman (2008), sostienen que la capacidad económica está directamente vinculada a elementos exteriores de las viviendas, como

jardines y piscinas. Asimismo, Syme et al. (1980), indican que el nivel económico está asociado con una mayor adquisición de electrodomésticos.

Además, el nivel económico incide de manera positiva en los niveles de consumo de agua potable, ya que favorece la adquisición de electrodomésticos que contribuyen al ahorro de agua. Makki et al. (2015) afirman que los ingresos del hogar y el nivel educativo están positivamente correlacionados con la conservación del agua mediante la instalación de dispositivos ahorradores.

Los resultados de la investigación confirman que los hogares con mayores ingresos tienden a consumir una mayor cantidad de agua (efecto marginal de 0.1892 en la ciudad de Huaraz y 0.15306 en la ciudad de Independencia), posiblemente debido a su mayor capacidad para adquirir electrodomésticos que requieren un mayor volumen de agua. Por otro lado, los hogares con menores ingresos tienden a tener un menor consumo, reflejando su capacidad económica más limitada para adquirir electrodomésticos de alto consumo (Efecto marginal de -0.1317 en la ciudad de Huaraz y -0.1585 en la ciudad de Independencia).

El factor económico abarca también los hábitos de uso, los cuales han sido objeto de estudio en diversos trabajos. García Lirios et al. (2013), descubrieron que la actitud de los usuarios es relevante en los niveles de consumo de agua, condicionada por la conciencia ambiental y la percepción de los cambios climáticos. Ramírez Mosquera et al. (2019), determinaron que la satisfacción del cliente influye en el consumo de agua potable. Moreno Arreguin et al. (2009) señalaron que los conocimientos, la norma subjetiva y

la autoeficacia están vinculados al consumo de agua doméstico, especialmente en términos de conocimiento, norma subjetiva y autoeficacia de las personas.

Sebusang y Basupi (2022) indican que la educación pública (conciencia) es un factor que contribuye al ahorro de agua. Russell y Knoeri (2019) encontraron que las actitudes, normas y hábitos desempeñan un papel importante en las intenciones de conservación del agua. Edirisinghe y Pathirana (2021) hallaron que las actitudes y las fuentes de agua no tienen una correlación clara con el ahorro de agua, pero el índice de conciencia mostró una correlación significativa. J. Garcia et al. (2019) descubrieron que los hábitos y la sensibilidad también influyeron en los niveles de consumo de agua. Stone y Johnson (2022), determinaron que el cambio en los hábitos de uso contribuye a la conservación del agua, y la mayoría de las personas no excedieron su presupuesto y planean seguir conservando el agua después de levantar los requisitos de conservación. Sauri (2020), informa que la reducción en los consumos de agua está relacionada con factores conductuales, y Ramsey et al. (2017), encontraron que los niveles de educación y la conciencia también intervienen en los niveles de consumo de agua.

Sin embargo, los resultados revelan que los hábitos de uso tienen una influencia limitada en los niveles de consumo de agua (correlación de 0.28) y además no están incluidos en la variable latente de factores ambientales, como se esperaría. Esto se debe a que la población de las ciudades de Huaraz e Independencia está ubicada en la Cordillera Blanca, donde aparentemente



hay una disponibilidad suficiente de recursos hídricos y los efectos del cambio climático que inciden directamente en la disponibilidad del recurso hídrico no son percibidos por la población. Por lo tanto, los hábitos de la población aún no generan la conciencia ambiental necesaria para reducir el nivel de consumo de agua potable en las dos ciudades estudiadas.

La variable "personas activas", compuesta por el número de mujeres, cantidad de adultos, personas con educación superior, personas empleadas y número de personas que asisten a educación superior, y por otra parte la variable "personas pasivas", conformada por el número de varones, jóvenes en el hogar, personas con educación básica y personas que asisten a educación básica. Estas dos variables sociales están segmentadas de manera diferenciada, generando un dinamismo característico en el hogar. En este sentido, Nauges y Alban (2000), Gil-Sánchez et al., (2015), Gregory y Di Leo, (2003), Gilg y Barr (2006), recomiendan la clasificación de los rangos de edad para poder determinar los niveles de consumo de manera apropiada. En la literatura, existen dos posiciones marcadas: aquellas que indican que la población adolescente consume una mayor cantidad de agua, mientras que la población adulta consume menos, con la excepción de aquellos adultos con afinidad por la jardinería; y personas jóvenes como niños consumen menor cantidad de agua que los dos rangos anteriores (Nauges y Alban, 2000; Gil-Sánchez et al. 2015; Gregory y Di Leo, 2003; Gilg y Barr, 2006). Por otro lado, autores como Aprile y Fiorillo (2017), Beal et al. (2011) y Willis et al. (2013) indican que las personas adultas tienden a consumir una mayor cantidad de agua debido a que pasan más tiempo en el hogar.

Estudios más recientes también se han centrado en estos factores. Por ejemplo, Arellano y Peña (2020) encontraron que la demografía influye en el consumo de agua semestral. Costa Freitas et al. (2022) indican que la población joven tiene un efecto negativo significativo en el uso sostenible del agua, ZEROUAL et al. (2021), Edirisinghe y Pathirana (2021) encontraron que características socioeconómicas como el número de mujeres, edad de los residentes, educación, ingreso mensual y la cantidad de automóviles tienen un impacto significativo en el consumo de agua potable, mientras que la cantidad de hombres, su edad y educación no influyen significativamente. Kumar et al. (2021) encontraron que el tamaño de la familia y la educación influyen en el uso final del agua. J. Garcia et al. (2019) encontraron que características demográficas como el número de residentes y el nivel de educación son indicadores que influyen en el consumo de agua potable. Goulas et al. (2022) informaron que las personas jóvenes, varones y personas con medidores estandarizados están dispuestos a utilizar medidores inteligentes, y la probabilidad de elegir esos medidores se asocia con las preferencias de tener control sobre la privacidad de los datos, si el medidor reduce las facturas y la instalación gratuita. Fiorillo et al. (2021) informaron que las características sociales de los usuarios influyen en los niveles de consumo de agua potable. Vallès-Casas et al. (2017) indican que la proporción de personas mayores y el tamaño del hogar tienen un efecto negativo sobre el consumo.

Los resultados de la investigación revelan comportamientos distintos en las ciudades de Huaraz e Independencia. En la primera ciudad, las personas

activas tienen una influencia positiva en los niveles de consumo de agua, mientras que las personas pasivas tienen una influencia negativa. Esto estaría respaldado por el primer grupo de investigaciones existentes en la literatura. Por otro lado, para la segunda ciudad, las personas activas tienen una influencia negativa y las personas pasivas una influencia positiva, respaldando el segundo grupo de investigaciones de la literatura. Estos resultados muestran el complejo comportamiento de los consumidores de ambas ciudades. Además, se suma el hecho de que en la ciudad de Independencia se encuentra la casa de estudios superiores "UNASAM", lo que albergaría a la población universitaria y, por lo tanto, podría influir en el comportamiento del consumo en esta ciudad.

El factor ambiental, compuesto por el conocimiento de aparatos sanitarios inteligentes, número de aparatos sanitarios instalados y el consumo por estaciones, representa una variable de escasa influencia en los niveles de consumo de agua potable en las ciudades de Huaraz e Independencia. Respecto a este factor, diversas investigaciones han explorado el primer grupo de indicadores. Sebusang y Basupi (2022), indican que los microcomponentes de ahorro de agua son una alternativa efectiva para reducir el consumo, siempre acompañados de charlas educativas. J. Garcia et al. (2019) y Mostafavi et al. (2018) sostienen que la presencia de electrodomésticos ahorradores de agua influye en el consumo de agua potable. Goulas et al. (2022), informan que las personas con medidores estandarizados están dispuestas al uso de medidores inteligentes, y su elección se asocia con preferencias de control sobre privacidad de datos,

reducción de facturas e instalación gratuita. Sauri (2020) destaca la relación entre la reducción de consumos de agua y características tecnológicas, mientras que Ramsey et al. (2017) encuentran que la adaptación tecnológica incide en los niveles de consumo de agua.

Los resultados de la investigación, que señalan una influencia limitada de este factor, indican un bajo conocimiento en estas ciudades acerca de prácticas tecnológicas para reducir el consumo de agua. Esta situación presenta una oportunidad para difundir y promocionar el uso de tecnologías ahorradoras de agua como parte de la estrategia de gestión del consumo por parte de la empresa prestadora de servicios (EPS Chavín).

Por último, este factor también aborda el consumo de agua por estaciones, siendo este indicador el de menor influencia (0.28). El consumo por estaciones y las variables climatológicas han sido objeto de estudio por varios autores. Arellano Peña (2020) encontró que las variables climatológicas intervienen en el consumo mensual. Mostafavi et al. (2018) indican que las variables climáticas, los parámetros del paisaje y la estructura de precios son los indicadores más decisivos del uso residencial en exteriores. Vallès-Casas et al. (2017) indican que el índice de sequía y el proxy del comportamiento ambiental también tienen un efecto negativo sobre el consumo; sin embargo, las variables climáticas tienen influencia en los niveles de consumo de agua potable, Ramsey et al. (2017), encontraron que la prevención de sequías incide en los niveles de consumo de agua, y Lindsay y Supski (2017) hallaron que el cambio climático afecta el uso racional del agua.

Los resultados sugieren que la baja influencia de este indicador se atribuye a la ubicación geográfica de las dos ciudades, situadas en la zona sierra del Perú. En esta región, las características climatológicas no presentan marcadas estaciones y las variaciones de temperatura no son significativas. Por lo tanto, el consumo por estación se mantiene constante a lo largo del año, y las condiciones climáticas no determinan los niveles de consumo.

La investigación se centra en uno de los aspectos clave de la gestión de recursos hídricos: el consumo. Explora los elementos más relevantes del consumo, particularmente el comportamiento del consumidor. Dicho comportamiento se aborda desde diversos enfoques teóricos y empíricos, como el Monopolio Natural, Sistemas de Regulación, Precio por Bloques, Teoría de la Demanda y Asimetría de Información. Estos aspectos, integrados en la gestión de la demanda de agua potable, contribuyen a definir el comportamiento de consumo. La investigación también se basa en aspectos empíricos recopilados de la literatura existente. Se han identificado y definido características sociales, económicas, tecnológicas, ambientales y actitudinales que influyen en el comportamiento del usuario, generando así diferentes niveles de consumo en una ciudad. Con este estudio, se busca aportar a la discusión en curso sobre el complejo comportamiento de los consumidores de volumen de agua potable.

## CONCLUSIÓN

1. Se ha determinado, que los factores económicos desempeñan un papel predominante en la influencia de los niveles de consumo de agua en la ciudad de Independencia. Concretamente, el ingreso familiar de las viviendas se elige como el indicador determinante en el consumo de agua potable en esta localidad. Por otra parte, en la ciudad de Huaraz, destaca el factor social, particularmente el número de aparatos sanitarios en los hogares, como el principal impulsor del consumo de agua potable. Esto resalta la conexión directa entre la cantidad de aparatos sanitarios en los hogares y el consumo de agua, aunque dicha relación se ve condicionada por la disponibilidad de servicios higiénicos y la capacidad de pago por el servicio. Además, se ha observado que el factor social, representado por la cantidad de personas activas y pasivas en los hogares, ejerce una influencia moderada en los niveles de consumo de agua en ambas ciudades. Por último, se ha evidenciado que el factor ambiental tiene una influencia limitada en la ciudad de Huaraz, mientras que su influencia es moderada en la ciudad de Independencia. Estos resultados proporcionan una valiosa comprensión de las dinámicas de consumo de agua en ambas ciudades, lo que puede contribuir a la formulación de políticas y estrategias efectivas relacionadas con el abastecimiento y uso sostenible del recurso hídrico.
2. Los resultados muestran, que los factores sociales ejercen una influencia considerable en el consumo de agua en la ciudad de Huaraz, especialmente a través del número de aparatos sanitarios presentes en los hogares. Sin embargo, esta influencia se manifiesta de manera menos significativa a

través de la cantidad de personas activas y pasivas en el hogar. Estos hallazgos se encuentran en concordancia con la literatura existente, lo que sugiere la importancia de prestar especial atención al tipo y modelo de aparatos sanitarios disponibles en los hogares de esta ciudad. Promover el uso de aparatos sanitarios más eficientes, que consuman menos agua, podría ser una iniciativa valiosa para garantizar una gestión adecuada de los recursos hídricos, particularmente en un contexto donde el cambio climático y el crecimiento de la población han impactado en los recursos hídricos. Por otro lado, en la ciudad de Independencia, los factores sociales no ejercen una influencia considerable, con la excepción del número de aparatos sanitarios, que, si bien es relevante, se encuentra por debajo del factor económico en términos de importancia. Estos resultados ofrecen información valiosa para orientar estrategias de gestión y promoción de un consumo responsable del agua, teniendo en cuenta las particularidades de cada ciudad y sus necesidades específicas.

3. Los hallazgos de esta investigación indican que el factor económico es una variable de gran influencia en los niveles de consumo de agua potable en la ciudad de Independencia. Este factor se compone principalmente del ingreso económico y la capacidad adquisitiva de los hogares. Estos resultados son coherentes con investigaciones previas a nivel mundial, que han destacado que el ingreso familiar y la capacidad adquisitiva de los hogares desempeñan un papel fundamental en la variación del consumo de agua. Este hallazgo ofrece una oportunidad para la gestión del consumo de agua, ya que sugiere que fomentar la adquisición de aparatos sanitarios más

eficientes mediante una capacidad adquisitiva más sólida en los hogares podría contribuir a reducir el consumo de agua. Por otro lado, es importante señalar que el precio del volumen de agua (el valor económico que pagan los consumidores) no forma parte de este factor, lo que indica que el precio es inelástico con respecto a los niveles de consumo de agua. Esta particularidad se debe a la estructura tarifaria de la empresa prestadora de servicios (EPS Chavín), que está fundamentado en tarifa de precio por bloques y que incluye subsidios cruzados. En este sentido, es fundamental replantear la estructura tarifaria para una gestión más efectiva del consumo de agua. Reforzando esta hipótesis, el análisis de conglomerados de datos identificó cuatro niveles de consumo de agua en lugar de los tres que maneja la empresa, En última instancia, es esencial considerar estos resultados para una gestión adecuada de los precios, lo que puede contribuir al control del consumo de agua en un corto plazo.

4. El factor ambiental ejerce una influencia limitada en los niveles de consumo de agua en las ciudades de Huaraz e Independencia. Esto plantea la hipótesis de que el conocimiento y uso de aparatos sanitarios eficientes no están ampliamente difundidos en los hogares de ambas ciudades. Estos resultados ofrecen una oportunidad para promover la adopción de aparatos sanitarios eficientes y brindar la información adecuada sobre su uso, lo que podría contribuir a la reducción de los niveles de consumo de agua y a una gestión más eficaz de los recursos hídricos en esta región del país. Por otro lado, se ha constatado que las variaciones en la forma de consumo de agua en diferentes estaciones del año no tienen un impacto significativo en los



niveles de consumo en ambas ciudades. Esto se debe en parte a la ubicación geográfica de las ciudades en la zona sierra del Perú, donde no existen estaciones climáticas marcadas y las temperaturas se mantienen relativamente constantes a lo largo del año. Por lo tanto, el nivel de consumo del volumen de agua tiende a mantenerse constante en este entorno.

## RECOMENDACIONES

1. El análisis de los factores económicos revela que el precio de agua no tiene una influencia significativa en los niveles de consumo de agua en la ciudad de Huaraz e Independencia, esto se debe a que la empresa prestadora de servicios (EPS Chavín) realiza el manejo de los precios a través de una estructura tarifaria por bloques e incluye subsidio cruzado, además de ello la empresa a través de su informe de menonía anual (EPS Chavín, 2021) informa que el volumen de agua no facturada (ANF) ha ido de aumento desde el 2015 que fue de 40.90% a 52.20% en 2021 y las pérdidas para el año 2021 fue de 57.50% en mes de enero y 51.10% en mes de diciembre, bajo estas características de consumo se recomienda realizar la revisión de la estructura tarifaria que utiliza la empresa, ya que con un manejo adecuado de precios se puede realizar un control optimizado de los niveles de consumo de agua en periodos de corto plazo.
2. En el análisis de conglomerado de datos determino, que en la ciudad de Huaraz e Independencia existe 4 niveles de consumo, y no tres niveles como indica la EPS Chavín, en base a los resultados obtenidos se recomienda realizar una nueva estratificación para poder establecer la cantidad optima de los niveles de consumo y proponer reformas adecuadas en la estructura tarifaria que viene manejando la empresa hasta la fecha.
3. Tanto en la ciudad de Huaraz como en a la ciudad de Independencia, las variables más representativas con los aparatos sanitarios y el ingreso familiar, bajos estos resultados se recomienda difundir el uso de aparatos

sanitarios más eficientes para poder realizar una gestión adecuada del consumo.

4. Se recomienda realizar la ampliación de la investigación, mediante el análisis de la data histórica de los consumos intradomiciliario, de los usuarios en la ciudad de Huaraz e Independencia, ya que la investigación ha realizado la exploración de los niveles de consumo de agua potable a través de encuestas con datos proxy de los consumos y de manera transversal, con la toma de datos más precisas se puede realizar un análisis más profundo y hacer inferencias y recomendaciones de manera holística para hacer una gestión adecuada del consumo de agua potable de la ciudad de Huaraz e Independencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Bakar, H., Williams, L., & Hallett, S. H. (2021). A review of household water demand management and consumption measurement. *Journal of Cleaner Production*, 292, 125872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125872>
- Agthe, D. E., & Billings, R. B. (2002). Water Price Influence on Apartment Complex Water Use. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 128(5), 366–369. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9496\(2002\)128:5\(366\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9496(2002)128:5(366))
- Aitken, C. K., Duncan, H., & McMahon, T. A. (1991). A cross-sectional regression analysis of residential water demand in Melbourne, Australia. In *Applied Geography: Vol. II*.
- Aldás, J., & Uriel, E. (2017). *Análisis multivariante aplicado con R* (Ediciones Paraninfa S.A., Ed.; Segunda Edición).
- Aprile, M. C., & Fiorillo, D. (2017). Water conservation behavior and environmental concerns: Evidence from a representative sample of Italian individuals. *Journal of Cleaner Production*, 159, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.036>
- Arbués, F., Villanúa, I., & Barberán, R. (2010). Household size and residential water demand: An empirical approach. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(1), 61–80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2009.00479.x>
- Arellano, A., & Peña, D. (2020). Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable. *Novasinerгия Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 3(1), 27–36. <https://doi.org/10.37135/ns.01.05.03>

- Aróstegui-Hirano, J. A. (2012). La regulación jurídica de los servicios públicos: caso del agua y saneamiento en el Perú. *Athina*, 0(010), 187. <https://doi.org/10.26439/athina2013.n010.1171>
- Arroyo Chávez, D., Riquez Julca, M., & Adriano Rengifo, C. (2020). Construcción y validación del Cuestionario de Violencia de Pareja en jóvenes de Lima Este. *Revista Científica de Ciencias de La Salud*, 13(1), 49–58. <https://doi.org/10.17162/rccs.v13i1.1346>
- Askew, L. E., & McGuirk, P. M. (2004). Watering the suburbs: Distinction, conformity and the suburban garden. *Australian Geographer*, 35(1), 17–37. <https://doi.org/10.1080/0004918024000193702>
- Bachrach, M., & Vaughan, W. J. (1994). *Household Water Demand Estimation*.
- Balling, R. C., Gober, P., & Jones, N. (2008). Sensitivity of residential water consumption to variations in climate: An intraurban analysis of Phoenix, Arizona. *Water Resources Research*, 44(10), 1–11. <https://doi.org/10.1029/2007WR006722>
- Barkatullah, N. (1996). *Working papers in economics*.
- Barrantes Caseres, R. (2018). *Teoría de la Regulacion* (p. 70).
- Bautista-Díaz, M., César Martínez Chávez, A., & Mendez Lozano, S. (2021). *Confiabilidad del Cuestionario de Opinión de Prácticas Docentes por Estudiantes: coeficiente Alfa vs. Omega*.
- Beal, C., Stewart, R. A., Spinks, A., & Fielding, K. (2011). Using smart meters to identify social and technological impacts on residential water consumption. *Water Science and Technology: Water Supply*, 11(5), 527–533. <https://doi.org/10.2166/ws.2011.088>

- Ben Zaiied, Y., Kertous, M., Ben Cheikh, N., & Ben Lahouel, B. (2020). Delayed payment of residential water invoice and sustainability of water demand management. *Journal of Cleaner Production*, 276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123517>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN]. (2016). *Calidad del Agua*.
- Bich-Ngoc, N., Prevedello, C., Cools, M., & Teller, J. (2022). Factors influencing residential water consumption in Wallonia, Belgium. *Utilities Policy*, 74(xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101281>
- Bojorquez Molina, J., Lopez Aranda, L., Hernandez Flores, M., & Jimenez Lopez, E. (2013). *Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab*.
- Bonaiuto, M., Aiello, A., Perugini, M., Bonnes, M., & Ercolani, A. P. (1999). Multidimensional perception of residential environment quality and neighbourhood attachment in the urban environment. *Environmental Psychology*, 19, 331–352. <http://www.idealibrary.com>
- Bonitaz Fernández, J. (2016). *Nuevos esquemas de subsidios cruzados en el Sector Saneamiento en el Perú: El caso de SEDAPAL*.
- Brooks, D. B. (2006). An operational definition of water demand management. *International Journal of Water Resources Development*, 22(4), 521–528. <https://doi.org/10.1080/07900620600779699>
- Cadavid Giraldo, N. (2008). Agua para consumo doméstico en Colombia costos y regulación tarifaria. *Gestión y Ambiente*, 11(1), 97–108. <https://doi.org/10.15446/ga>

- Campo-Arias, A., Herazo, E., & Oviedo, H. C. (2016). Escala de Discriminación en la Vida Cotidiana: Consistencia y estructura interna en estudiantes de medicina. In *Rev. Méd. Risaralda* (Vol. 22, Issue 1).
- Campo-Arias, A., Oviedo, H. C., & Herazo, E. (2014). Escala de Estrés Percibido-10: Desempeño psicométrico en estudiantes de medicina de Bucaramanga, Colombia. *Revista Facultad de Medicina*, 62(3), 407–413. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v62n3.43735>
- Campo-Arias, A., Villamil-Vargas, M., & Herazo, E. (2013). *Confiabilidad y dimensionalidad del Audit en estudiantes de medicina* (Vol. 30).
- Casadesús, R. (2014). *La estratificación social como la fuerza principal del cambio social*.
- Cassiani-Miranda, C. A., Vargas-Hernández, M. C., Pérez-Aníbal, E., Herazo-Bustos, M. I., & Hernández-Carrillo, M. (2017). Confiabilidad y dimensión del cuestionario de salud del paciente (PHQ-9) para la detección de síntomas de depresión en estudiantes de ciencias de la salud en Cartagena, 2014. *Biomedica*, 37, 112–120. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3221>
- Cavanagh, S., Hanemann, M., & Stavins, R. (2002). *Muffled Price Signals: Household Water Demand under Increasing-Block Prices*. [http://www.feem.it/web/attiv/\\_attiv.html](http://www.feem.it/web/attiv/_attiv.html)[http://ssrn.com/abstract\\_id=317924](http://ssrn.com/abstract_id=317924)
- Ceballos Ospino, G. A., Paba Barbosa, C., Suescún, J., Oviedo, H. C., Herazo, E., & Campo Arias, A. (2017). Validez y dimensionalidad de la escala de autoestima de Rosenberg en estudiantes universitarios. *Pensamiento Psicológico*, 15(2). <https://doi.org/10.11144/javerianacali.ppsi15-2.vdea>

- Chesnutt, T. W., Fiske, G., Pekelney, D. M., & Beecher, J. (2008). Water efficiency programs for integrated water management. *Journal / American Water Works Association*, 100(5). <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2008.tb09637.x>
- Chicoine, D. L., & Rammamurthy, G. (1986). Evidence on the specification of price in the study of domestic water demand (Illinois, USA). *Land Economics*, 62(1), 26–32. <https://doi.org/10.2307/3146560>
- Clavijo Rincón, A. Y. (2013). *Estimación de la Función de Demanda por Agua Potable- Aplicación para la Cuenca de Jequetepeque en Perú* (Issue 434).
- Contreras Espinoza, S., & Novoa-Muñoz, F. (2018). Ventajas del alfa ordinal respecto al alfa de Cronbach ilustradas con la encuesta AUDIT-OMS. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 1–6. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2018.65>
- Contreras Estrada, M. I., Baltazar, R. G., Cortes, S. L., Rodríguez, G. A., & Santacruz, G. H. (2014). Reproducibilidad del Índice de Bienestar General (WHO-5 WBI) en estudiantes adolescentes. *Salud Uninorte*, 30(1), 1–9. <https://doi.org/10.14482/sun.30.1.4309>
- Córdova Zamora, M. (2003). *Estadística: descriptiva e inferencial* (Moshera S.R.L., Ed.; 5th ed.).
- Costa Freitas, M. de B., Xavier, A., Fragoso, R., & Antunes, C. (2022). A composite indicator to measure sustainable water use in Portugal: A compromise programming approach. *Journal of Environmental Management*, 311. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114791>
- Dalhuisen, J. M., De Groot, H. L. F., Rodenburg, C. A., & Nijkamp, P. (2002). Economic aspects of sustainable water use: Evidence from a horizontal



- comparison of European cities. *International Journal of Water*, 2(1), 75–94.  
<https://doi.org/10.1504/IJW.2002.002080>
- Dalhuisen, J. M., Florax, R. J. G. M., Henri, L. F., & Nijkamp, P. (2003). Price and income elasticities of residential water demand: A meta-analysis. *Land Economics*, 79(2), 292–308. <https://doi.org/10.2307/3146872>
- Dalhuisen, J. M., LF de groot, H., Rodenburg, C. A., & Nijkamp, P. (2002). La economía del uso urbano del agua potable en JSTOR. *Built Environment (1978-)*, 28(2), 111–123. <https://www.jstor.org/stable/23288795?seq=1>
- Dalhuisen, J., Nijkamp, P., & De Groot, H. L. F. (2009). Economic market instruments and sustainable urban water use. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 11(1–3), 88–101.  
<https://doi.org/10.1504/IJETM.2009.027189>
- Dandy, G., Nguyen, T., & Davies, C. (1997). Estimating residential water demand in the presence of free allowances. *Land Economics*, 73(1), 125–139.  
<https://doi.org/10.2307/3147082>
- Deoreo, W. B., & Mayer, P. W. (2012). Insights into declining single-family residential water demands. In *Journal - American Water Works Association* (Vol. 104, Issue 6, pp. E383–E394). John Wiley & Sons, Ltd.  
<https://doi.org/10.5942/jawwa.2012.104.0080>
- Domene, E., & Saurí, D. (2006). Urbanisation and water consumption: Influencing factors in the metropolitan region of Barcelona. *Urban Studies*, 43(9), 1605–1623. <https://doi.org/10.1080/00420980600749969>
- Domene, E., Saurí, D., & Parés, M. (2005). Urbanization and sustainable resource use: The case of garden watering in the metropolitan region of Barcelona.

*Urban Geography*, 26(6), 520–535. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.26.6.520>

Duran Nizama, A. K., & Ramos Castro, A. D. (2020). El efecto de la regulación de tarifas sobre la reducción de costos de un monopolio natural [Universidad del Pacífico]. In *Universidad del Pacífico*. [https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/2672#.X3sR\\_wVyKp8.mendeley](https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/2672#.X3sR_wVyKp8.mendeley)

Edirisinghe, R. D., & Pathirana, S. (2021). Reduction potential of potable water consumption at urban households: a case study in Sri Lanka. *Environment, Development and Sustainability*, 23(9), 13689–13706. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01234-1>

Emrath, P. (2017). *Residential Water Use*.

EPS Chavin. (2021). *Memoria anual 2021*.

Escalona Anzola, L. J., Espitia, M., & Lucia, Garcia. (2015). Investigación Mercado y Regulación: Aspectos Institucionales Institutional Aspects Of. *Teacs*, 16, 63–74.

Escobar Jarramillo, L. A., & Gomez Olaya, A. P. (2007). El valor económico del agua para riego un estudio de valoración contingente. *Ingeniería de Recursos Naturales y Del Ambiente*, 6, 16–32.

Escobar-Zúñiga, J. C., Arenas-Martínez, E. C., & Sánchez-Valencia, P. A. (2021). Metodología de evaluación de competencias digitales en estudiantes de maestría con modalidad virtual. *Formacion Universitaria*, 14(4), 71–78. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000400071>

- Espey, M., Espey, J., & Shaw, W. D. (1997). Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis. *Water Science and Technology: Water Supply*, 33(6), 1369–1374. <https://doi.org/10.2166/ws.2005.0063>
- Espinoza Troncoso, F. A. (2016). *Estimación econométrica de la demanda de agua residencial para la Octava Región del Bío Bío, Chile*.
- Fiorillo, D., Kapelan, Z., Xenochristou, M., De Paola, F., & Giugni, M. (2021). Assessing the Impact of Climate Change on Future Water Demand using Weather Data. *Water Resources Management*, 35(5), 1449–1462. <https://doi.org/10.1007/s11269-021-02789-4>
- Flack, J. E., & Greenberg, J. (1987). Public Attitudes Toward Water Conservation. *Journal / American Water Works Association*, 79(3), 46–51. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1987.tb02814.x>
- Gallardo, J. (1999). Disyuntivas en la teoría normativa de la regulación: El caso de los monopolios naturales. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*, 164, 1–43. [http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Estudios\\_Economicos/Disyuntiva\\_normativa\\_regulacion.pdf](http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Estudios_Economicos/Disyuntiva_normativa_regulacion.pdf)
- Garcia, J., Salfer, L. R., Kalbusch, A., & Henning, E. (2019). Identifying the drivers of water consumption in single-family households in Joinville, Southern Brazil. *Water (Switzerland)*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/w11101990>
- García Jimenes, L. (2008). *Aproximación Epistemológica al Concepto de Ciencia*. 4 (January 2009), 185–212.
- García Lirios, C., Carreón Guillén, J., Hernández Valdés, J., López Lena, M. M., & Bustos Aguayo, J. M. (2013). Actitudes, consumo de agua y sistema de tarifas

- del servicio de abastecimiento de agua potable. *Polis (Santiago)*, 12(34), 363–401. <https://doi.org/10.4067/s0718-65682013000100019>
- Garcia, S., & Reynaud, A. (2004). Estimating the benefits of efficient water pricing in France. *Resource and Energy Economics*, 26(1), 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2003.05.001>
- Gilg, A., & Barr, S. (2006). Behavioural attitudes towards water saving? Evidence from a study of environmental actions. *Ecological Economics*, 57(3), 400–414. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.04.010>
- Gil-Sánchez, J. M., Jaramillo, J., & Barea-Azcón, J. M. (2015). Strong spatial segregation between wildcats and domestic cats may explain low hybridization rates on the Iberian Peninsula. *Zoology*, 118(6), 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2015.08.001>
- Giurco, A. D., Carrard, N., & McFallan, S. (2008). *Residential end-use measurement guidebook: A guide to study design sampling and technology*.
- Gober, P. (2010). Desert urbanization and the challenges of water sustainability. In *Current Opinion in Environmental Sustainability* (Vol. 2, Issue 3, pp. 144–150). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.06.006>
- Gómez Ugalde, S. G., Mora Flores, J. S., García Salazar, J. A., & Valdivia Alcalá, R. (2012). Demanda De Agua Para Uso Residencial Y Comercial. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 337–342.
- Gonzales Alfonso, J., & Santacruz, P. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Gesis* . <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-423821>

- Goulas, A., Goodwin, D., Shannon, C., Jeffrey, P., & Smith, H. M. (2022). Public Perceptions of Household IoT Smart Water “Event” Meters in the UK—Implications for Urban Water Governance. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4(February). <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.758078>
- Granados Carrión, T. A., Zúñiga Gutiérrez, T., Mendoza Bremauntz, E., Almazán Alaníz, J. A., Campos Domínguez, F., & Suárez Ruiz, M. M. (2017). *Teoría económica* (I. Editores, Ed.).
- Gregory, G. D., & Di Leo, M. (2003). Repeated Behavior and Environmental Psychology: The Role of Personal Involvement and Habit Formation in Explaining Water Consumption. *Journal of Applied Social Psychology*, 33(6), 1261–1296. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2003.tb01949.x>
- Griffin, R. C., & Chang, C. (1990). Pretest analyses of water demand in thirty communities. *Water Resources Research*, 26(10), 2251–2255. <https://doi.org/10.1029/WR026i010p02251>
- Guhathakurta, S., & Gober, P. (2007). The impact of the Phoenix urban heat Island on residential water use. *Journal of the American Planning Association*, 73(3), 317–329. <https://doi.org/10.1080/01944360708977980>
- Gutzler, D. S., & Nims, J. S. (2005). Interannual variability of water demand and summer climate in Albuquerque, New Mexico. *Journal of Applied Meteorology*, 44(12), 1777–1787. <https://doi.org/10.1175/JAM2298.1>
- Guzmán Soria, E., De La Garza-Carranza, M. T., Rebollar-Rebollar, S., Hernández-Martínez, J., & Terrones-Cordero, A. (2013). Modelo econométrico del consumo urbano e industrial de agua subterránea en Guanajuato, México: 1980-2011. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 4(3), 187–193.

- Guzmán Soria, E., García Salazar, J. A., Rebollar Rebollar, S., & Hernández Martínez, J. (2011). Determinantes del consumo de agua por los sectores urbano e industrial en Guanajuato, México. *Análisis Económico*, XXVI (63), 199–213.
- Hair JR, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2003). *Multivariate Data Analysis* (Septima Edicion).
- Han, S., Zhou, J., Liu, Z., Zhang, L., & Huang, X. (2021). Influence of community factors on water saving in a mega city after implementing the progressive price schemes. *Water (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/w13081097>
- Henostroza Torres, J. A. (2015). *Modelo Estadístico para Estimar la Sostenibilidad del Sistema de Agua Potable del distrito de Pariacoto Huaraz, Año 2013-2014*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la Investigación. Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. In *universidad tecnologica laja Bajio*. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Hof, A., & Schmitt, T. (2011). Urban and tourist land use patterns and water consumption: Evidence from Mallorca, Balearic Islands. *Land Use Policy*, 28(4), 792–804. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.01.007>
- Höglund, L. (1999). Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use. *Water Resources Research*, 35(12), 3853–3863. <https://doi.org/10.1029/1999WR900219>

- Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2019). Análisis Del Consumo De Agua Potable En El Centro Poblado De Salcedo, Puno. *Investigacion & Desarrollo*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>
- Hurd, B. H. (2006). Western Agricultural Economics Association. In *Source: Journal of Agricultural and Resource Economics* (Vol. 31, Issue 2). <http://www.jstor.org>URL:<http://www.jstor.org/stable/40987314>
- INEI. (2010). *Definiciones basicas y temas educativos investigados*.
- INEI. (2020). Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico. *INEI*, 1, 68. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf)
- IPE, I. P. de E. (2019). Agua y saneamiento en Áncash. *Instituto Peruano de Economia*, 0, 1–2. <https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2019/02/2019-01-27-Agua-y-Saneamiento-en-Áncash-Informe-IPE-Diario-de-Chimbote.pdf>
- Jaramillo Mosqueira, L. A. (2005a). Evaluación econométrica de la demanda de agua de USO residencial en méxico. *Trimestre Economico*, 72(2), 367–390.
- Jaramillo Mosqueira, L. A. (2005b). Evaluación econométrica de la demanda de agua de USO residencial en méxico. *Trimestre Economico*, 72(2), 367–390.
- Jarramillo de Souza, S. (2017). *Valor económico de la calidd de agua: Inferencias a partir de la demanda residencial de agua potable considerando recepcion imperfecta de precios y complementariedad debil de las preferencias*. Pontifica Universidad Catolica del Perú.
- Jorgensen, B., Graymore, M., & O’Toole, K. (2009). Household water use behavior: An integrated model. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.08.009>



- Jouravlev, A. (2001). Regulación de la industria de agua potable Volumen I: Necesidades de información y regulación estructural. In *Recursos Naturales e Infraestructura*.  
<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/19539/lcl2169e.pdf>
- Kiesling, F. M., & Manning, C. M. (2010). How green is your thumb? Environmental gardening identity and ecological gardening practices. *Journal of Environmental Psychology*, 30(3), 315–327.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.02.004>
- Kim, H. gyu. (2019). Estimating demand response in an extreme block pricing environment: Evidence from Korea's electricity pricing system, 2005–2014. *Energy Policy*, 132, 1076–1086. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.065>
- Kumar, M., Sharma, A., Tabhani, N., & Otaki, Y. (2021). Indoor water end-use pattern and its prospective determinants in the twin cities of Gujarat, India: Enabling targeted urban water management strategies. *Journal of Environmental Management*, 288(336), 112403.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112403>
- Larsen, L., & Harlan, S. L. (2006). Desert dreamscapes: Residential landscape preference and behavior. *Landscape and Urban Planning*, 78(1–2), 85–100.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.06.002>
- Ledesma, J. (2010). *Teoría de la demanda*.
- Ledesma, R., Molina Ibañez, G., & Valero Mora, P. (2002). *Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: un programa basado en gráficos dinámicos*. 2, 143–152.



- Lindsay, J., & Supski, S. (2017). Changing household water consumption practices after drought in three Australian cities. *Geoforum*, 84(May), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.06.001>
- Linés Escardó, A. (1998). Contribución al concepto de clima. In *Doctor en Ciencias Físicas. Meteorólogo Territoris* (Vol. 1).
- López González, J. K. (2018). *Estimación de la Demanda de Agua Potable Urbana De Uso Residencia*.
- Lorenzo-Seva, U., & Ferrando, P. J. (2021). MSA: The Forgotten Index for Identifying Inappropriate Items Before Computing Exploratory Item Factor Analysis. *Methodology*, 17(4), 296–306. <https://doi.org/10.5964/meth.7185>
- Maidment, D. R., & Miaou, S. -P. (1986). Daily Water Use in Nine Cities. *Water Resources Research*, 22(6), 845–851. <https://doi.org/10.1029/WR022i006p00845>
- Makki, A. A., Stewart, R. A., Beal, C. D., & Panuwatwanich, K. (2015). Novel bottom-up urban water demand forecasting model: Revealing the determinants, drivers and predictors of residential indoor end-use consumption. *Resources, Conservation and Recycling*, 95, 15–37. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.11.009>
- Makki, A. A., Stewart, R. A., Panuwatwanich, K., & Beal, C. (2013). Revealing the determinants of shower water end use consumption: Enabling better targeted urban water conservation strategies. *Journal of Cleaner Production*, 60, 129–146. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.08.007>
- Maleta, H. (2019). *Hacer Ciencia, Teoria y Practica de la Produccion Cientifica* (Primera Edicion). Universidad del Pacifico.

- Mamani Copari, R. R. (2017). *Modelo de consumo de agua potable en poblaciones rurales del Distrito y Provincia de Yunguyo-Puno*.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6176>
- Manouseli, D., Kayaga, S. M., & Kalawsky, R. (2019). Evaluating the Effectiveness of Residential Water Efficiency Initiatives in England: Influencing Factors and Policy Implications. *Water Resources Management*, 33(7), 2219–2238.  
<https://doi.org/10.1007/s11269-018-2176-1>
- Marzano, R., Rougé, C., Garrone, P., Grilli, L., Harou, J. J., & Pulido-Velazquez, M. (2018). Determinants of the price response to residential water tariffs: Meta-analysis and beyond. *Environmental Modelling and Software*, 101, 236–248. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.12.017>
- Marzano, R., Rougé, C., Garrone, P., Harou, J. J., & Pulido-Velazquez, M. (2020). Response of residential water demand to dynamic pricing: Evidence from an online experiment. *Water Resources and Economics*, 32, 1–13.  
<https://doi.org/10.1016/j.wre.2020.100169>
- Miaou, S. -P. (1990). A class of time series urban water demand models with nonlinear climatic effects. *Water Resources Research*, 26(2), 169–178.  
<https://doi.org/10.1029/WR026i002p00169>
- Millock, K., & Nauges, C. (2010). Household Adoption of Water-Efficient Equipment: The Role of Socio-economic Factors, Environmental Attitudes and Policy. *Environmental and Resource Economics*, 4(46), 539–565.  
<http://www.cieau.com>.
- Moffitt, R. (1990). The Econometrics of Kinked Budget Constraints. In *Journal of Economic Perspectives* (Vol. 4).

- Moncur, J. E. T. (1987). Urban water pricing and drought management. *Water Resources Research*, 23(3), 393–398.  
<https://doi.org/10.1029/WR023i003p00393>
- Montoya Valer, S. K. (2017). *Factores Socioeconómicos Que Afectan Al Consumo Doméstico De Agua Potable Usando La Regresión Múltiple, Puno Ciudad - 2015*. Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
- Moreno Arreguin, R. H., Román Pérez, R., Laborín Álvarez, J. F., Moreno, J. L., Valdez, E. A., & Valenzuela, B. (2009). Factores psicosociales relacionados con el consumo doméstico de agua en una región semidesértica. *Salud Pública de México*, 51(4), 321–326.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342009000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342009000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Moreno Jaimes, R. L. (2015). *Índice de Calidad del Agua (Ica) en el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Rural - Centro Poblado de Paria Willcahuain - Independencia*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Morote Seguido, Á. F. (2017). Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico. *Estudios Geograficos*, 78(282), 257–281. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201709>
- Morote Seguido, Á. F., & Hernández Hernández, M. (2014). Jardines y urbanizaciones, nuevas naturalezas urbanas en el litoral de la provincia de Alicante - (Jardins i urbanitzacions, noves naturas urbanes al litoral de la província d'Alacant). *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 60(3), 483–504.  
<https://doi.org/10.5565/rev/dag.122>

- Mostafavi, N., Shojaei, H. R., Beheshtian, A., & Hoque, S. (2018). Residential Water Consumption Modeling in the Integrated Urban Metabolism Analysis Tool (IUMAT). *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.019>
- Mustafa, D., Smucker, T. A., Ginn, F., Johns, R., & Connely, S. (2010). Xeriscape people and the cultural politics of turfgrass transformation. *Environment and Planning D: Society and Space*, 28(4), 600–617. <https://doi.org/10.1068/d13108>
- Myres, W. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*.
- Nagues, C., & Reynaud, A. (2001). Estimation de la demande domestique d'eau potable en France. *Revue Économique*, 52, 167–185.
- Nauges, C., & Alban, T. (2000). Privately-operated Water Utilities, Municipal Price Negotiation, and Estimation of Residential Water Demand: The case of France. *Toulouse*, 12, 1–34.
- Nieswiadomy, M., & Cobb, S. L. (1993). Impact of Pricing Structure Selectivity on Urban Water Demand. *Contemporary Economic Policy*, 11(3), 101–113. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7287.1993.tb00395.x>
- Nieswiadomy, M. L. (1992). Estimating urban residential water demand: Effects of price structure, conservation, and education. *Water Resources Research*, 28(3), 609–615. <https://doi.org/10.1029/91WR02852>
- Nieswiadomy, M. L., & Molina, D. J. (1991). A Note on Price Perception in Water Demand Models. *Land Economics*, 67(3), 352. <https://doi.org/10.2307/3146430>

- Okumura, P. (2006). Subsidios Cruzados en el servicio de agua potable en el Peru. *Revista Juridica "Docentia et Investigatio,"* 8(2), 159–163.
- Olmstead, S. M., & Stavins, R. N. (2009). Comparing price and nonprice approaches to urban water conservation. *Water Resources Research*, 45(4).  
<https://doi.org/10.1029/2008WR007227>
- OMS. (2022). *Guidelines for drinking-water quality*.
- OMS, O. M. D. L. S., & UNICEF, F. de las N. U. para la I. (2017). Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene. *Organización Mundial de La Salud*, 116.
- Opaluch, J. J. (1982). Urban Residential Demand for Water in the United States: Further Discussion. In *Source: Land Economics* (Vol. 58, Issue 2).  
<http://www.jstor.org>URL:<http://www.jstor.org/stable/>
- Pizarro Romero, kelvin, & Martinez Mora, O. (2016). Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las medidas de adecuación muestral kmo y esfericidad de bartlett para determinar factores principales. *Journal of Science and Research*.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4453224>
- Rahim, M. S., Nguyen, K. A., Stewart, R. A., Ahmed, T., Giurco, D., & Blumenstein, M. (2021). A clustering solution for analyzing residential water consumption patterns. *Knowledge-Based Systems*, 233.  
<https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107522>
- Ramírez Mosquera, M., Guerrero Erazo, J. G., Ramírez del Río, D., Ramírez, M., Guerrero, J. G., & Ramírez del Río, D. (2019). Factores determinantes en el consumo residencial de agua potable en acueductos urbanos caso estudio

- ciudad de Popayán, Colombia. *Scientia et Technica Año XXIV*, 24(2), 321.  
<https://doi.org/10.22517/23447214.22111>
- Ramsey, E., Berglund, E. Z., & Goyal, R. (2017). The impact of demographic factors, beliefs, and social influences on residential water consumption and implications for non-price policies in urban India. *Water (Switzerland)*, 9(11), 1–21. <https://doi.org/10.3390/w9110844>
- Randolph, B., & Troy, P. (2008). Attitudes to conservation and water consumption. *Environmental Science and Policy*, 11(5), 441–455.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.03.003>
- Rathnayaka, K., Malano, H., Arora, M., George, B., Maheepala, S., & Nawarathna, B. (2017). Prediction of urban residential end-use water demands by integrating known and unknown water demand drivers at multiple scales I: Model development. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 85–92.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.014>
- Rathnayaka, K., Malano, H., Maheepala, S., George, B., Nawarathna, B., Arora, M., & Roberts, P. (2015). Seasonal demand dynamics of residential water end-uses. *Water (Switzerland)*, 7(1), 202–216. <https://doi.org/10.3390/w7010202>
- Rico Amorós, A. M. (2007). Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana. *Investigaciones Geográficas*, 42(42), 5. <https://doi.org/10.14198/ingeo2007.42.01>
- Rivas, S. F., & Saiz, C. (2012). Validación y propiedades psicométricas de la prueba de pensamiento crítico PENCRISAL. In *Revista Electrónica de Metodología Aplicada* (Vol. 17, Issue 1).

- RNE. (2009). Reglamento Nacional De Edificaciones. In *El Peruano*.  
<http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/458/TESIS.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Russell, S. V., & Knoeri, C. (2019). Exploring the psychosocial and behavioural determinants of household water conservation and intention. *International Journal of Water Resources Development*, 36(6), 940–955.  
<https://doi.org/10.1080/07900627.2019.1638230>
- Salazar Adams, A., & Pineda Pablos, N. (2016). Factores que afectan la demanda de agua para uso doméstico en México. *Región Y Sociedad*, 22(49).  
<https://doi.org/10.22198/rys.2010.49.a420>
- Sánchez García, V. E., & Blanco Jiménez, F. J. (2012). El uso sostenible del agua en núcleos urbanos: las tarifas como herramienta de control del consumo. *Observatorio Medioambiental*, 15(0).  
[https://doi.org/10.5209/rev\\_obmd.2012.v15.40331](https://doi.org/10.5209/rev_obmd.2012.v15.40331)
- Sarquis, I. (2005). *El agua un Bien social, ambiental y económico*.
- Sauri, D. (2020). The decline of water consumption in Spanish cities: structural and contingent factors. *International Journal of Water Resources Development*, 36(6), 909–925. <https://doi.org/10.1080/07900627.2019.1634999>
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23–74.
- Sebusang, N. M., & Basupi, I. (2022). Household water use efficiency: Current trends, opportunities and constraints in Gaborone, Botswana. *Physics and*



- Chemistry of the Earth*, 125(October 2021), 103076.  
<https://doi.org/10.1016/j.pce.2021.103076>
- Shahangian, S. A., Tabesh, M., Yazdanpanah, M., Zobeidi, T., & Raof, M. A. (2022). Promoting the adoption of residential water conservation behaviors as a preventive policy to sustainable urban water management. *Journal of Environmental Management*, 313, 115005.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115005>
- Shin, J.-S. (1985). *Percepcion of price when price information is costly: Evidence from residential electricity demand* (Vol. 67, Issue 4).
- Stone, J. M., & Johnson, P. S. (2022). Conserving for the common good: Preferences for water conservation policies during a severe drought in Northern California. *Water Resources and Economics*, 37.  
<https://doi.org/10.1016/j.wre.2021.100191>
- Sunass. (2013). *INORME TECNICO*.
- Sunass. (2015). *Resolución del Consejo Directivo N° 021-2015-SUNASS-CD*. .
- Sunass. (2021). *Reglamento general de Tarifas de los Servicios de Saneamiento*.
- Sunass, S. N. de S. de S. (2019). *Informe de Evaluación para el Ingreso al Apoyo Régimen de Apoyo Transitorio de EPS Chavín S.A.*
- Sunnass. (2022). *Proyecto de Estudio Tarifario 2023 - 2027*.
- Syme, G. J., Shao, Q., Po, M., & Campbell, E. (2004). Predicting and understanding home garden water use. *Landscape and Urban Planning*, 68(1), 121–128.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.002>



- Timmins, C. (2002). Measuring the Dynamic Efficiency Costs of Regulators' Preferences: Municipal Water Utilities in the Arid West. *Econometrica*, 70(2), 603–629. <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/handle/10161/1868>
- Troy, P., & Holloway, D. (2004). The use of residential water consumption as an urban planning tool: A pilot study in Adelaide. *Journal of Environmental Planning and Management*, 47(1), 97–114. <https://doi.org/10.1080/0964056042000189826>
- Vallès-Casas, M., March, H., & Saurí, D. (2017). Examining the reduction in potable water consumption by households in Catalonia (Spain): Structural and contingent factors. *Applied Geography*, 87, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.07.015>
- Vera-Romero, O., & Vera-Romero, F. (2013). *Evaluación del nivel socioeconómico: Presentación de una escala adaptada en una población de Lambayeque*.
- Vicuña Perez, F. V. (2019). *Evaluación de la Calidad del Agua Potable del Sistema de Abastecimiento y el Grado de Satisfacción en la Población de Olleros-Huaraz, Periodo 2015-2016*. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Vieira, P., Jorge, C., & Covas, D. (2018). Efficiency assessment of household water use. *Urban Water Journal*, 15(5), 407–417. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2018.1508596>
- Villar-Navascués, R. A., & Pérez-Morales, A. (2018). Factors Affecting Domestic Water Consumption on the Spanish Mediterranean Coastline. *Professional*

- Geographer*, 70(3), 513–525.  
<https://doi.org/10.1080/00330124.2017.1416302>
- Watson, S. (2017). Consuming water smartly: the significance of sociocultural differences to water-saving initiatives. *Local Environment*, 22(10), 1237–1251. <https://doi.org/10.1080/13549839.2017.1334143>
- Wentz, E. A., & Gober, P. (2007a). Determinants of small-area water consumption for the City of Phoenix, Arizona. *Water Resources Management*, 21(11), 1849–1863. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9133-0>
- Wentz, E. A., & Gober, P. (2007b). Determinants of small-area water consumption for the City of Phoenix, Arizona. *Water Resources Management*, 21(11), 1849–1863. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9133-0>
- Weston, R., & Gore, P. A. (2006). A Brief Guide to Structural Equation Modeling. *The Counseling Psychologist*, 34(5), 719–751.  
<https://doi.org/10.1177/0011000006286345>
- Willis, R. M., Stewart, R. A., Giurco, D. P., Talebpour, M. R., & Mousavinejad, A. (2013). End use water consumption in households: Impact of socio-demographic factors and efficient devices. *Journal of Cleaner Production*, 60, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.08.006>
- Willis, R. M., Stewart, R. A., Panuwatwanich, K., Williams, P. R., & Hollingsworth, A. L. (2011). Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. *Journal of Environmental Management*, 92(8), 1996–2009.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.023>

- Worthington, A. C., & Hoffman, M. (2008). An empirical survey of residential water demand modelling. *Journal of Economic Surveys*, 22(5), 842–871. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2008.00551.x>
- Yabiku, S. T., Casagrande, D. G., & Farley-Metzger, E. (2008). Preferences for landscape choice in a southwestern desert city. *Environment and Behavior*, 40(3), 382–400. <https://doi.org/10.1177/0013916507300359>
- Zegarra Méndez, E. (2014). Economía del agua: conceptos y aplicaciones para una mejor gestión. In *GRADE (Grupo de Análisis para el desarrollo)* (Vol. 1).
- ZEROUAL, M., HANI, A., & BOUSTILA, A. (2021). Assessing domestic factors determining water consumption in a semi-arid area (Sedrata City) using artificial neural networks and principal component analysis. *Journal of Water and Land Development*, 49, 219–228. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.137115>

## ANEXOS

**Anexo 01:** Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores
<p><b><u>Problema general</u></b> ¿En qué medida los factores económicos, sociales y ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021?</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b> Explicar en qué medida los factores económicos, sociales y ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.</p>	<p><b><u>Hipótesis General</u></b> Los factores económicos, sociales y ambientales determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.</p>	<p><u>Dependiente.</u></p> <p>Y: Nivel de consumo de agua potable</p>	Técnico	- Volumen de agua consumido.
<p><b><u>Problemas específicos</u></b> a.- ¿De qué manera los factores económicos determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes? b.- ¿De qué manera los factores sociales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes? c. ¿De qué manera los factores ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes?</p>	<p><b><u>Objetivos específicos</u></b> a.- Analizar en qué medida los factores económicos determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021. b.- Analizar en qué medida los factores sociales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021. c.- Analizar en qué medida los factores ambientales determinan los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.</p>	<p><b><u>Hipótesis Especifico</u></b> a.- Los factores económicos determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021. b.- Los factores sociales determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021. c.- Los factores ambientales determinan de manera positiva los niveles de consumo familiar de agua potable por mes de la ciudad de Huaraz, 2021.</p>	<p><u>Dependiente</u></p> <p>X2: Factores económicas. X1: Factores sociales X3: Factores ambientales.</p>	Económico Social Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características sociodemográficas</li> <li>- Características del Hogar</li> <li>- Condiciones tecnológicas del hogar</li> <li>- Conducta del usuario</li> <li>- Características económicas</li> <li>- Características ambientales</li> </ul>

## Anexo 02: Validación de los instrumentos



Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo  
Escuela de Postgrado – Doctorado en Economía

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Edwin J. Asnate Salazar, con documento de identidad N° 80194557, de profesión Estadístico e Inform., con título en Lic. Estadística e Informática. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento Para la recolección de datos, a efectos de su aplicación en La Investigación con el fin de recoger información para la investigación titulada **“FACTORES ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES DETERMINANTES DEL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH, 2021”**.

Luego de realizar las observaciones pertinentes puedo estipular las siguientes valoraciones:

	Excelente	Buena	Aceptable	Deficiente
Redacción de los ítems		X		
Claridad y precisión		X		
Pertinencia		X		
Congruencia de ítems		X		
Coherencia de los ítems		X		
Manejo del contenido		X		

Dr. Edwin J. Asnate Salazar  
COESP 0192

Apellidos: Asnate Salazar

Nombres: Edwin Johnny

DNI N°: 80194557



Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo  
Escuela de Postgrado – Doctorado en Economía

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Hector Gimcarlo Ita Cerma, con documento de identidad N° 42922053, de profesión Ingeniero Sanitario, con título en Ingeniería Sanitaria. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento Para Recolección de Datos, a efectos de su aplicación en la Investigación con el fin de recoger información para la investigación titulada **“FACTORES ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES DETERMINANTES DEL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH, 2021”**.

Luego de realizar las observaciones pertinentes puedo estipular las siguientes valoraciones:

	Excelente	Buena	Aceptable	Deficiente
Redacción de los ítems	X			
Claridad y precisión	X			
Pertinencia	X			
Congruencia de ítems	X			
Coherencia de los ítems	X			
Manejo del contenido	X			



eps chavins, s.a.

Ing. Hector G. Ita Cerma

CIP N° 164987

JEFE DE LA OF. DE PROYECTOS Y OBRAS

Apellidos: Ita Cerma

Nombres: Hector Gimcarlo

DNI N°: 42922053





### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Kiko Felix Depaz Celi, con documento de identidad N° 31663735, de profesión ing. Sanitario, con título en ingeniería sanitaria. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento Para recolección de datos, a efectos de su aplicación en la investigación con el fin de recoger información para la investigación titulada **“FACTORES ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES DETERMINANTES DEL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUARAZ, ANCASH, 2021”**.

Luego de realizar las observaciones pertinentes puedo estipular las siguientes valoraciones:

	Excelente	Buena	Aceptable	Deficiente
Redacción de los ítems		X		
Claridad y precisión		X		
Pertinencia	X			
Congruencia de ítems	X			
Coherencia de los ítems		X		
Manejo del contenido		X		

Apellidos: Depaz Celi

Nombres: Kiko Felix

DNI N°: 3166 3735







**Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo**  
**Escuela de Postgrado - Doctorado en Economía**

**Tesista:** Rodríguez Minaya Yony Edwin  
**Asesor:** Dr. Jorge T. Manrique Caceres

31. Según la siguiente tabla, indicar ¿Cuántos integrantes de su hogar actualmente se encuentra:?	32. ¿En su hogar cuentan con vehículo? SI <input type="checkbox"/> 1 NO <input type="checkbox"/> 2	33. ¿Qué tipo de agua utiliza para lavar su vehículo? Agua potable <input type="checkbox"/> 1 Agua de lluvia <input type="checkbox"/> 2 Agua reciclada <input type="checkbox"/> 3 Agua de cisterna publica <input type="checkbox"/> 4 Otros Fuentes <input type="checkbox"/> 5 Observación:												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Universidad</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inicial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Primaria</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Secundaria</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Técnico</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Universidad		Inicial		Primaria		Secundaria		Técnico		<p><b>Nota: Si la respuesta es no pasar a la pregunta N°34</b></p>	
Descripción	Cantidad													
Universidad														
Inicial														
Primaria														
Secundaria														
Técnico														

**V. CARACTERISTICAS DEL HOGAR**

34. Tipo de hogar. Si es <b>material noble</b> indicar el acabado Material rustico <input type="checkbox"/> Material noble <input type="checkbox"/> <b>Tipo de acabado</b> *Acabado Normal <input type="checkbox"/> 1 *Acabado Costoso <input type="checkbox"/> 2	35. ¿Cual es la condición de su hogar? Es vivienda propia <input type="checkbox"/> Es vivienda alquilada <input type="checkbox"/> Es vivienda de mis padres <input type="checkbox"/> Observación:	36. ¿Cuál es el tamaño total de su hogar? Pequeño menor a 60 m2 <input type="checkbox"/> Mediano entre 60 a 100 m2 <input type="checkbox"/> Grande mayor a 100m2 <input type="checkbox"/> Observación:
--	---	--

37. ¿Del total de su tamaño del hogar cual es el porcentaje construido? Menor del 60% <input type="checkbox"/> 60% Construido <input type="checkbox"/> 80% Construido <input type="checkbox"/> 90% Construido <input type="checkbox"/> 100% Construido <input type="checkbox"/> Observación:	38. ¿Cuántas habitaciones tiene su hogar? 01 habitaciones <input type="checkbox"/> 02 Habitaciones <input type="checkbox"/> 03 Habitaciones <input type="checkbox"/> 04 Habitaciones <input type="checkbox"/> Mayor a 04 Habitaciones <input type="checkbox"/> Observación:	39. ¿Cuántos servicios higiénicos tiene en su hogar? 1 Servicio Higiénico <input type="checkbox"/> 2 Servicio Higiénico <input type="checkbox"/> 3 Servicio Higiénico <input type="checkbox"/> 4 Servicio Higiénico <input type="checkbox"/> Mayor a 4 Servicios Higiénicos <input type="checkbox"/> Observación:
--	---	---

40. Según la lista ¿Con cuantos aparatos sanitarios cuenta en su hogar? <b>Descripción</b> <b>Cantidad</b> Cantidad de duchas <input type="checkbox"/> Cantidad de inodoro <input type="checkbox"/> Cantidad de lavatorio <input type="checkbox"/> Cantidad de tina <input type="checkbox"/> Cantidad de urinario <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Observación:	41. ¿Cuenta con tanque elevado de agua potable en su hogar?. Si la respuesta es <b>SI</b> indicar el Volumen SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>Volumen de tanque elevado</b> Volumen de 600 l <input type="checkbox"/> 1 Volumen de 750 l <input type="checkbox"/> 2 Volumen de 1100 l <input type="checkbox"/> 3 Volumen de 1500 l <input type="checkbox"/> 4 Volumen de 2500 l <input type="checkbox"/> 5	42. ¿Cuenta con lavadora electrónico en su hogar?. Si la respuesta es <b>SI</b> incluir la capacidad SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>Capacidad de la lavadora</b> Menor a 9 Kg <input type="checkbox"/> 1 Capacidad de 9Kg <input type="checkbox"/> 2 Entre 9 Kg a 20 Kg <input type="checkbox"/> 3 Entre 20 kg a 24 Kg <input type="checkbox"/> 4 Mayor a 24 Kg <input type="checkbox"/> 5
--	--	--

43. ¿Cuenta con cisterna de agua potable en su hogar?. Si la respuesta es <b>SI</b> indicar el Volumen SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>Volumen de cisterna</b> Volumen de 1200 l <input type="checkbox"/> 1 Volumen de 2800 l <input type="checkbox"/> 2 Volumen de 5000 l <input type="checkbox"/> 3 Volumen de 10000 l <input type="checkbox"/> 4	44. ¿Cuenta con Piscina en su hogar?. Si la respuesta es <b>SI</b> indicar el tamaño SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>Tamaño de la piscina</b> Pequeño: A<10m2 <input type="checkbox"/> 1 Mediano: 10m2<A<32m2 <input type="checkbox"/> 2 Grande: A>32m2 <input type="checkbox"/> 3 Observación:	45. ¿Cuenta con jardín en su hogar?. Si la respuesta es <b>SI</b> indicar el tamaño SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>Tamaño del jardín</b> Menor a 6 m2 <input type="checkbox"/> 1 Entre 6 a 10m2 <input type="checkbox"/> 2 Mayor a 10m2 <input type="checkbox"/> 3 <b>NOTA: Si la respuesta es No pasar a la pregunta 4</b>
---	---	--

46. ¿Cuál es el método de riego de su jardín? Manguera normal <input type="checkbox"/> Manguera eficiente <input type="checkbox"/> Con balde <input type="checkbox"/> Tecnificado (aspersión-goteo) <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Observación:	47. ¿Cuenta con estacionamiento en su hogar? No tengo <input type="checkbox"/> Estacionamiento individual <input type="checkbox"/> Dos estacionamientos continuos <input type="checkbox"/> Tres estacionamientos continuos <input type="checkbox"/>	48. ¿Cuántos lavaderos tiene en su hogar? Indicar la cantidad: <input type="checkbox"/> Observación:
--	---	--





**Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo**  
**Escuela de Postgrado - Doctorado en Economía**

**Tesista:** Rodríguez Minaya Yony Edwin  
**Asesor:** Dr. Jorge T. Manrique Cáceres

49. ¿Con que otros servicios cuenta en su hogar?; puede indicar mas de 1 respuesta

Cable	1
Internet	2
Gas	3
Teléfono móvil	4
Observación:	

50. ¿Cuanto es el pago que realiza por los otros servicios?; indicar de cada uno

Descripción	Pago (S/)
Cable	1
Internet	2
Gas	3
Teléfono móvil	4

51. ¿Conoce que son aparatos sanitarios eficientes?

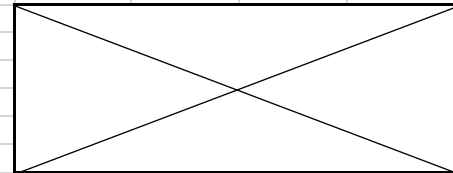
Conozco	1
Conozco poco	2
Desconozco totalmente	3
Observación:	

52. ¿Cuál de los siguientes aparatos eficientes tiene instalado en su hogar?

Inodoros con descarga reducida	
Duchas ahorradores	
Ninguno	

53. ¿Conoce que son aparatos sanitarios y medidor inteligente?

Conozco	1
Conozco poco	2
Desconozco totalmente	3



**VI. CARACTERISTICAS ACTITUDINALES**

54. ¿Esta satisfecho (a) con el servicio de agua potable que brinda la empresa?

Extremadamente satisfecho	
Muy satisfecho	
Moderadamente satisfecho	
Poco satisfecho	
No Satisfecho	

55. ¿Esta de acuerdo con el racionamiento del agua por falta de cantidad?

Muy de acuerdo	
Algo de acuerdo	
Neutral	
En desacuerdo	
Total en desacuerdo	

56. ¿Estaría de acuerdo con la reducción de su consumo de agua potable en su hogar?

Muy de acuerdo	
Algo de acuerdo	
Neutral	
En desacuerdo	
Total en desacuerdo	

57. ¿Cuándo tiene fugas en algún aparato sanitario, esto lo repara de inmediato?

Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	

58. ¿Cuándo lava los platos y la ropa deja correr el agua hasta que termine?

Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	

59. ¿Cuándo toma una la ducha deja correr el agua hasta que termine de ducharse?

Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	

60. ¿Cuándo usa el inodoro jala la palanca mas de una vez?

Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	

61. ¿Hacen limpieza con agua en su hogar de manera diaria?

Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	

62. ¿En su hogar ocupan la ducha de manera diaria?

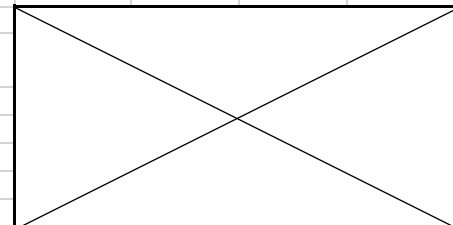
Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	

63. ¿Consume menor cantidad de agua en épocas de invierno y mayor cantidad de agua en épocas de verano?

Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	

64. ¿Hace reciclado de agua de lluvia u otro tipo de agua?

Siempre	
Casi siempre	
Ocasionalmente	
Casi nunca	
Nunca	



**GRACIAS POR SU COLABORACION**

