



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA
POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA
MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”**

AUTORA: Zayra Elizabeth Moreno Ganán

TUTOR: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: “**CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA**”, elaborado por la Srta. **Zayra Elizabeth Moreno Ganan**, portadora de la cedula de ciudadanía C.I. 1804448577, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certificó:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



.....
Ing. Lourdes Gabriela Peñañiel Valla, Mg.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Zayra Elizabeth Moreno Ganán, con C.I. 1804448577 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Trabajo Experimental con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



.....
Zayra Elizabeth Moreno Ganán

C.I. 1804448577

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



.....
Zayra Elizabeth Moreno Ganán

C.I. 1804448577


AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Zayra Elizabeth Moreno Ganán, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”**.

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Fabian Rodrigo Morales Fiallos, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mi madre Narciza, pilar inquebrantable de mi vida, cuyo amor y apoyo han sido mi fuerza a lo largo de mi travesía universitaria a quien le debo no solo mi vida, sino también la oportunidad de recibir una educación llena de valores y la inspiración para perseguir incansablemente cada uno de mis sueños.

A mi papi Nelson, quien siempre me brindo su apoyo incondicional como el gran padre que es para mí.

A mi abuelita Carmen +, que desde el cielo siempre me acompaña.

Y a cada persona que ha sido parte de mi historia, dejando una huella indeleble en mi corazón.

Gracias por ser mi inspiración.

Zayra Elizabeth

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la inteligencia y sabiduría que me permitieron alcanzar una meta más en mi vida, a mi familia, que de una u otra forma siempre han estado para mí en este viaje académico.

Gracias a mi querida institución la Universidad Técnica de Ambato y a la FICM por su preparación académica y profesional mediante sus docentes, de manera especial a mi tutora Ing. Gabriela Peñafiel por su orientación y paciencia en la supervisión del presente trabajo.

Quiero reconocer a mis amigos y compañeros quienes con sus palabras de aliento fueron un recordatorio constante que no estaba sola en este desafío.

Este logro no solo es mío, sino de aquellos cuyas vidas han tocado la mía de manera significativa.

Con gratitud.

Zayra Elizabeth

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
METODOLOGÍA	6
2.1. Materiales.....	6
2.2. Métodos.....	6
2.2.1. Fase 1: Determinación de los patrones de consumo	6
2.2.2. Fase 2: Levantamiento de la zona de estudio.....	10
2.2.3. Fase 3: Determinación del consumo per cápita y curvas de consumo.....	10
CAPÍTULO III.....	12

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1. Análisis y discusión de los resultados	12
3.1.1. Fase 1: Determinación de los patrones de consumo	12
3.1.1.1. Encuestas.....	12
3.1.1.2. Consumo diario de agua potable	19
3.1.1.3. Consumo semanal de agua potable	23
3.1.1.4. Consumo horario de agua potable.....	27
3.1.1.5. Variación de la presión en la red de distribución de agua potable	31
3.1.2. Fase 2: Levantamiento de la zona de estudio.....	35
3.1.3. Fase 3: Determinación del consumo per cápita y curvas de consumo.....	39
3.1.3.1. Patrones de consumo horario	39
3.1.3.2. Patrones de consumo diario	43
3.1.3.3. Consumo per-cápita	44
3.1.3.4. Consumo futuro.....	52
3.1.3.5. Curva de consumo.....	53
3.2. Verificación de hipótesis	54
3.2.1. Hipótesis.....	54
3.2.2. Validación de la hipótesis.....	54
CAPITULO IV.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
4.1. Conclusiones	55
4.2. Recomendaciones.....	55
MATERIAL DE REFERENCIA.....	57
Referencias Bibliográficas	57
Anexos.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modelo de la encuesta realizada.....	8
Tabla 2. Valores promediales del consumo diario.....	20
Tabla 3. Valores de consumo semanal por medidor.....	23
Tabla 4. Valores de consumo horario en intervalo de 2 horas en residencias.....	28
Tabla 5. Valores de consumo horario en intervalo de 2 horas en viviendas de uso recreacional.....	30
Tabla 6. Valores de presión por medidor del sector Valle Hermoso.....	32
Tabla 7. Consumo per-cápita del sector valle Hermoso.....	45
Tabla 8. Valores promediales del consumo futuro del sector Valle Hermoso.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipo de Viviendas del Sector Valle Hermoso.....	13
Figura 2. Número de usuarios del sector Valle Hermoso.....	14
Figura 3. Unidades Sanitarias por tipo de vivienda.....	14
Figura 4. Tipo de unidades sanitarias en las residencias.....	15
Figura 5. Tipo de Unidades Sanitarias en viviendas recreacionales.....	16
Figura 6. Problemas identificados en el sector Valle Hermoso.....	16
Figura 7. Dotación de agua en el sector Valle Hermoso.....	17
Figura 8. Presión del agua en el sector Valle Hermoso.....	18
Figura 9. Calidad de agua del sector Valle Hermoso.....	19
Figura 10. Consumo promedio diario por medidor del sector Valle Hermoso.....	22
Figura 11. Consumo promedio semanal del sector Valle Hermoso.....	27
Figura 12. Variación de la presión promedio diaria del sector Valle Hermoso.....	35
Figura 13. Delimitación del sector Valle Hermoso.....	36
Figura 14. Georreferenciación de las residencias seleccionadas.....	37

Figura 15. Rango de presiones del sector Valle Hermoso.....	38
Figura 16. Variación de consumo horario en residencias (2 hrs) del sector Valle Hermoso.....	40
Figura 17. Variación de consumo horario en residencias (3 hrs) del sector Valle Hermoso.....	40
Figura 18. Variación de consumo horario en residencias (4 hrs) del sector Valle Hermoso.....	41
Figura 19. Variación de consumo horario en viviendas recreacionales (2 hrs) del sector Valle Hermoso.....	42
Figura 20. Variación de consumo horario en viviendas recreacionales (3 hrs) del sector Valle Hermoso.....	42
Figura 21. Variación de consumo horario en viviendas recreacionales (4 hrs) del sector Valle Hermoso.....	43
Figura 22. Variación del consumo diario del sector Valle Hermoso.	44
Figura 23. Consumo per-cápita por medidor del sector Valle Hermoso.	49
Figura 24. Interpolación consumo per-cápita del sector Valle Hermoso.	51
Figura 25. Curva de persistencia del consumo en el sector Valle Hermoso.	53
Figura 26. Curva de consumo diario del sector Valle Hermoso.....	54

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad la combinación de factores como el crecimiento acelerado de la población, el desarrollo económico y el cambio climático están afectando negativamente el suministro y distribución de agua potable. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación tiene como finalidad determinar la demanda del consumo diario del líquido vital en el Sector Valle Hermoso y proporcionar valores de consumo reales para la optimización de las redes de agua existentes o futuros proyectos.

Se recolectó la información en campo, se estableció la muestra 126 viviendas de la población con la que se trabajó, se aplicó encuestas de las cuales se obtuvo el número de usuarios por vivienda, el número de unidades sanitarias, las actividades socioeconómicas y las características del servicio del sistema de abastecimiento y distribución, se trazó la ruta más adecuada para el registro del consumo diario durante 45 días en el horario de la tarde, posteriormente, para la determinación del consumo horario se instalaron 7 cámaras que registraron los valores durante 7 días consecutivos y con la ayuda de un manómetro se tomaron las medidas de presión en unidades PSI de varios puntos en el lapso de una semana. Además, mediante un software de información gráfica se interpoló los valores de consumo per-cápita, presión y se georreferenció el área de estudio.

Con la interpretación y análisis de cada uno de los datos recolectados se obtuvo consumos diarios máximos y mínimos, consumo promedio diario, consumo horario, patrones de consumo, curvas de consumo diario, consumo per – cápita del sector.

Palabras Claves: Consumo diario, Curva de consumo, Consumo per – cápita, presión de agua, Patrones de consumo.

ABSTRACT

Currently, the combination of factors such as accelerated population growth, economic development and climate change are negatively affecting the supply and distribution of drinking water. Therefore, the purpose of this research project is to determine the demand for daily consumption of the vital liquid in the Valle Hermoso Sector and provide real consumption values for the optimization of existing water networks or future projects.

The information was collected in the field, the sample was established in 126 homes of the population with which we worked, surveys were applied from which the number of users per-home, the number of sanitary units, the socioeconomic activities and the characteristics of the home were obtained. service of the supply and distribution system, the most appropriate route was drawn to record daily consumption for 45 days in the afternoon. Subsequently, to determine hourly consumption, 7 cameras were installed that recorded the values for 7 consecutive days. and with the help of a manometer, pressure measurements were taken in PSI units from various points over a period of one week. In addition, using graphical information software, the values of per-capita consumption and pressure were interpolated and the study area was georeferenced.

With the interpretation and analysis of each of the collected data, maximum and minimum daily consumption, average daily consumption, hourly consumption, consumption patterns, daily consumption curves, per capita consumption of the sector were obtained.

Keywords: Daily consumption, Consumption curve, Per capita consumption, water pressure, Consumption patterns.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

El incremento constante de población a nivel global, el impacto del cambio climático, la contaminación del agua y las variaciones en los patrones de consumo están afectando negativamente el suministro y distribución de agua potable. Esto está llevando a la disminución de las reservas de agua disponibles, por lo tanto, es crucial comprender los aspectos claves sobre el consumo del líquido vital, ya que este recurso finito es esencial para el desarrollo de la vida, así como para las actividades de desarrollo social, económico, tecnológico y la preservación del medio ambiente.[1]

Los valores asignados a la dotación y las variaciones en el consumo tienen un impacto significativo en el suministro de agua, dado que los volúmenes de almacenamiento pueden no reflejar con precisión la realidad, resulta esencial emplear adecuadamente los coeficientes de variación diaria y horaria de la demanda al diseñar el sistema de abastecimiento. Estos coeficientes de variación de la demanda indican la relación entre el máximo y el promedio del consumo que puede conducir la tubería. El coeficiente diario se utiliza para la captación, conducción y almacenamiento, mientras que el coeficiente horario se emplea para la aducción y la red de distribución.[2]

Bazán, *et. al* [3], 2019 en su artículo científico “Uso de Big Data para la caracterización del consumo de agua potable en centros educativos de España”, emplearon datos horarios, diarios y mensuales de consumo de agua potable obtenidos a partir de telelectura de más de 150 centros educativos españoles que les permitió realizar la caracterización de dotaciones diarias por alumno de 15.1 litros en colegios públicos valor superior al de los colegios privados de 12.1 litros indicando así la diferencia que existe en el uso de agua entre los diferentes centros. Con estos resultados dan soporte a la toma de decisiones por parte del ente encargado de la gestión del servicio lo que representa beneficios económicos y ambientales.

Por otra parte, el artículo científico “Patrones de consumo doméstico de agua: primer resultado en la Empresa Aguas de La Habana” de León A. [4], 2019, a partir del ciclo de medición que realizó en 14 clientes seleccionados de la muestra obtuvo las curvas de consumo clasificados por cada uno de los mismos y al contrastar las características meteorológicas de los contadores de facturación instalados con las curvas de consumo independiente de cada cliente pudo determinar el porcentaje de pérdida de cada uno por ejemplo del 21.4% de pérdida el cliente era responsable del 1.44% del volumen total perdido.

Además, Socarras O. [5], 2015 en su investigación “Determinación de las Curvas de Consumos Clasificados en Clientes Residenciales de un Sector de la Empresa Aguas de La Habana”, dice que la curva conocida como el patrón de consumo de los clientes describe las frecuencias de consumo instantáneo de todos los habitantes de una localidad, representan de manera característica a dicha población. Esta curva se construye designado a cada intervalo de caudal el porcentaje de volumen con respecto al consumo total de ese rango. Mientras tanto, la curva de perfiles de consumo refleja el comportamiento específico de consumo de agua en un hogar. Este gráfico proporciona información esencial para comprender la cantidad de agua que debe ser producida en función del tiempo y distribuida a través de la red de suministro.

Por otro lado, Martínez J. y Beltrán J. [6] en su trabajo de investigación “Análisis de la influencia de la temperatura en el comportamiento de la dotación neta residencial a partir de datos de consumo de agua en Colombia”, estiman los factores de corrección por temperatura que les sirvió para mayorar la dotación neta residencial y logran explicar matemáticamente la tabla de la Norma RAS 2000 e identifican los cambios de consumo de acuerdo al comportamiento climatológico por efecto de la temperatura, las precipitaciones, la humedad, el efecto de sensación de calor, los tiempos de sequía, entre otros.

A su vez, Duek A. *et. al* [7], en su trabajo científico “Demanda de agua por parte del sector poblacional y escenarios de uso sostenible en Mendoza, Argentina” explican que, en el actual escenario de cambio climático, donde el ahorro de agua se encuentra fundamentalmente ligado a los consumos per cápita, las acciones gubernamentales

deberían focalizarse primordialmente en incentivar a las empresas encargadas del suministro de agua potable para que implementen sistemas de micro medición en los hogares. Asimismo, es crucial que el Ente Regulador desempeñe de manera efectiva su función en la elaboración de tarifas, orientadas a lograr una progresividad tarifaria, con especial atención a los grandes proveedores de servicios. Además, se debería promover prácticas de uso sostenible del recurso hídrico mediante campañas de sensibilización ciudadana y la aplicación de incentivos. Estas medidas contribuirían significativamente a optimizar la gestión del agua en un contexto de cambio climático.

En 2018 Arellano *et. al* [8], en su publicación “Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes”, estudian los consumos que se diferencian en función a los estratos socio económicos y tres parámetros climatológicos registrados mensualmente, en un análisis estadístico de los datos se estableció relaciones entre los consumos de agua potable y tamaño de la población, donde se encontraron diferencias significativas entre los consumos y dotaciones del líquido vital y los rangos de la población establecidos en la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1., por lo que elaboraron un modelo polinómico que caracteriza el consumo en función de la población que sirve para diferenciar las tarifas de agua potable en relación de las características socioeconómicas de los consumidores.

De modo similar, Eras S. [9] en su trabajo de titulación “Relación entre las fugas de agua y consumos de agua potable en el sector residencial”, confirmó la importancia de analizar los datos por rangos poblacionales ya que al agrupar por tamaños las ciudades los datos arrojan relación con validez estadística ratificando que entre los consumos de agua y fugas intradomiciliarias entre las ciudades grandes y pequeñas son directamente proporcional donde si la cantidad de fugas aumenta el consumo per cápita de agua potable igual. Además, determino que la estratificación socio económica es importante directa e indirectamente en el consumo de agua.

De igual manera, Huaquisto S. y Chambilla I. [10], en su artículo científico “Análisis del consumo de Agua Potable en el centro poblado de Salcedo, Puno”, manifiestan que diversos factores influyen en este consumo, como el ingreso económico, la cantidad

de habitantes por vivienda y los meses del año, entre otros. Las familias con ingresos económicos elevados presentan un consumo promedio de 78.85 litros por habitante al día, cifra superior a la de aquellas con ingresos bajos, cuyo consumo es de 45.68 litros por habitante al día. Con relación al número de habitantes por vivienda, se observa que el consumo supera el promedio (72.83 l/Hab/d) cuando hay 5 integrantes en el hogar, mientras que disminuye por debajo del promedio (50.55 l/Hab/d) cuando el número de integrantes es 12. Los factores climáticos también inciden en el consumo de agua, presentando variaciones notables debido a los cambios de temperatura. Se registra un mayor consumo durante los meses entre octubre y febrero. Esta información destaca la importancia de considerar múltiples variables para comprender y gestionar eficientemente el consumo de agua en la zona, permitiendo así tomar decisiones informadas para el diseño y la planificación de futuros sistemas de abastecimiento.

En el Ecuador no existe la información necesaria sobre el consumo y la calidad de agua, lo que se muestra en la investigación realizada por Arrellano A. *et. al* [8], donde debido a los cambios demográficos, socio económicos y climáticos la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1 necesita ser actualizada basándose en los censos poblacionales más recientes.

En otro aspecto, Portillo M. 2021 [11], explica que la gestión eficaz y precisa de análisis de datos se logra de manera óptima mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (GIS). Este sistema ha demostrado su valía en el ámbito de la ingeniería civil ya que por cada dato recopilado por los instrumentos de medición tiene un valor específico en el proceso de análisis, por lo tanto, es crucial tener un control exhaustivo sobre la recolección de datos y, lo que es aún más esencial, contar con una gestión efectiva de dicha información.

En base a los estudios realizados previamente sobre la problemática de la dotación de agua potable, se ha visto necesario realizar las curvas de caracterización de consumo diario del sector Valle Hermoso debido a que este consumo varía no solo por el aumento poblacional sino también por varios aspectos como las actividades económicas e industriales, el clima, eficiencia, tecnología, regulaciones, etc.; por lo que, la determinación de los patrones de consumo del lugar son un factor indispensable

para asegurar que los habitantes obtengan un suministro suficiente y continuo de agua potable, además de proporcionar información esencial para mejorar la eficiencia de la red de distribución del líquido vital o la planificación y gestión de futuros proyectos que se pueden dar tanto por el crecimiento demográfico como el desarrollo ascendente del turismo por el agradable clima que posee el área.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Caracterizar la curva de consumo diario de agua potable del sector Valle Hermoso de la Parroquia la Matriz, Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Obtener los patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable de sector Valle Hermoso.
- Realizar la georreferenciación del sector de la investigación mediante un software GIS.
- Determinar la demanda per cápita y curvas de consumo de agua potable del sector Valle Hermoso de la parroquia la Matriz, Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua, considerando la variable climática.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

El presente proyecto de investigación se dividió en las tres siguientes fases. La primera fase corresponde a la obtención de los patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable de sector Valle Hermoso, la segunda fase corresponde a la georreferenciación del área de estudio mediante un software GIS y finalmente la tercera fase que corresponde a la determinación de la demanda per cápita y curvas de consumo de agua potable del sector Valle, considerando la variable climática. A continuación, se va a describir y detallar los materiales y métodos utilizados en cada una de las fases.

2.1. Materiales

Los equipos y materiales que se utilizaron en cada una de las fases son los que se detallan a continuación. En la primera fase se utilizó una cámara fotográfica de celular (Samsung A13), un GPS de navegación GARMIN etrex20, 7 Cámaras de video (Tapo C100), un manómetro (PAOLO 0 - 100 PSI) y un Computador portátil (LENOVO Legion 5 15IMH05H) y este último equipo también fue utilizado en la segunda fase al igual que un software ingenieril (GIS). Para la tercera fase no se requiere de materiales o equipos necesarios a detallar.

2.2. Métodos

2.2.1. Fase 1: Determinación de los patrones de consumo

Para el cumplimiento de esta fase se desarrolló una investigación exploratoria y de campo. Es así como de esta manera se identificó la población de estudio conformada por todos los usuarios de las 4 Juntas de Agua Potable y Saneamiento del sector de Valle Hermoso, conformado por 745 usuarios de agua potable divididos en los caseríos de la siguiente forma: 130 Yataqui, 180 Inapi, 115 Gamboa y 320 Artezón, información obtenida de la directiva de cada una de las juntas.

Para la muestra del sector se determinó mediante un muestreo probabilístico, con una selección de criterios estadísticos analizando el nivel de confiabilidad y el margen de error deseado con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{k^2 * q * p * N}{e^2 * (N - 1) + k^2 * p * q} \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

n: Número total de la muestra.

e: Margen de error estimado.

k: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza de la muestra.

p: Probabilidad de acierto del evento estudiado.

q: Probabilidad de no acierto del evento estudiado.

N: Tamaño de la población en estudio.[12]



El nivel de confianza indica la fiabilidad expresada como un porcentaje de la muestra seleccionada en comparación con la población total, se sugiere optar por un nivel de confianza que varíe entre el 90% y el 99%. Para este estudio en particular, se eligió un nivel de confianza del 95%, lo que implica que la muestra tiene este porcentaje de certeza de que los resultados se reflejen adecuadamente. El factor *k* es un parámetro estadístico vinculado al nivel de confianza lo que corresponde a $k = 1.96$ para el 95%. La probabilidad de acierto y de no acierto al no tener investigaciones previas y dado que cada uno de los usuarios tiene la posibilidad de ser seleccionados se trabajó con un 50%. Establecidos ya cada uno de los parámetros se obtuvo una muestra de 125.04 valor que se asumió de 126 usuarios con un margen de error del 8%. [13], [14]

Con la muestra ya establecida de manera aleatoria para lograr un resultado representativo del sector se procedió a realizar la determinación del recorrido por la mejor ruta para las lecturas y mediciones correspondientes, además de la realización de las encuestas.

Las encuestas realizadas para el desarrollo óptimo de este proyecto de investigación que se muestra en la Tabla 1, estuvieron dirigidas a todos los usuarios seleccionados,

con las que se levantó información cualitativa sobre el consumo y el uso que le dan al servicio de agua potable en el sector.

Tabla 1. Modelo de la encuesta realizada.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE									
_N° Encuesta:		Provincia: Tungurahua			Cantón: Pelileo			Identificación vivienda:	
Coordenadas :		Parroquia/sector:							
		Fecha:			Realizado por:				
1. INFORMACIÓN DEL PREDIO									
1.1 UBICACIÓN					1.2 DATOS DE LA VIVIENDA				
Calle principal:					Área de construcción:		Número de pisos:		
Calle secundaria:					1.3 TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA				
Barrio/sector:					A	B	C	D	
1.4 TIPO DE VIVIENDA					1.5 USUARIOS				
RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	EDUCATIVA	GUBERNAMENTAL	Número total permanente: <input type="text"/>				
					Número total esporádico: <input type="text"/>				
RECREACIONAL	MUNICIPAL/ PARROQUIAL	CONDOMINIOS	HOTELES	OTROS	Número de funcionarios: <input type="text"/>				
					Número de trabajadores/empleados: <input type="text"/>				
OTROS USOS (INDICAR)					Otros (especificar): <input type="text"/>				
2. SERVICIO DE AGUA POTABLE									
2.1 UNIDADES SANITARIAS (Toda la vivienda o del departamento)					2.2 MEDIDOR				
N° Baños completos		N° Piscinas		Diámetro de la acometida (pulg) 1/2 <input type="checkbox"/> 3/4 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/>					
N° Baños incompletos		N° Hidromasaje		Tipo de velocidad CHORRO <input type="checkbox"/> ÚNICO <input type="checkbox"/> MÚLTIPLE <input type="checkbox"/>					
N° Lavaderos de cocina		N° Saunas		Número de medidor: <input type="text"/>					
N° Lavaderos de ropa		N° Tomas de agua adicionales		Marca: <input type="text"/>					
OTRA UNIDAD (INDICAR)					Condición del medidor: REGULAR <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> EXCELENTE <input type="checkbox"/>				
2.3 FACTORES ADICIONALES - CONSUMO					2.4 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS				
Tiene alcantarillado ?					FUGAS VISIBLES SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
Existe intermitencia en el servicio ?					PERDIDAS VISIBLES SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
Estado del clima		Soleado <input type="checkbox"/>	Nublado <input type="checkbox"/>	Lluvioso <input type="checkbox"/>	USO INADECUADO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
3. NIVEL DE SERVICIO									
DOTACIÓN DE AGUA	PERMANENTE		ESPORACIDO		LA PRESIÓN DEL AGUA	ALTA <input type="checkbox"/>	NORMAL <input type="checkbox"/>	BAJA <input type="checkbox"/>	
CANTIDAD DE AGUA	SUFICIENTE		INSUFICIENTE		ABASTECE A TODA LA VIVIENDA	COMPLETA <input type="checkbox"/>	MENOS DE LA MITAD <input type="checkbox"/>	MÁS DE LA MITAD <input type="checkbox"/>	
CALIDAD DE AGUA	EXCELENTE		BUENA		PROBLEMAS INTRADOMICILIAR	TUBERÍA <input type="checkbox"/>	ACCESORIOS <input type="checkbox"/>	ACOPLES <input type="checkbox"/>	
	REGULAR		MALA		PROBLEMAS EXTRADOMICILIAR	ACOMETIDA <input type="checkbox"/>	LLAVE DE PASO <input type="checkbox"/>	TUBERÍA <input type="checkbox"/>	

Realizado por autor

La información obtenida en las encuestas fue evaluada en base a los siguientes parámetros:

Sección A: Muestra a la información básica del proyecto de investigación como el nombre del encuestador, número de residencia y encuesta, datos de la ubicación del sector y las coordenadas.

Sección B: Corresponde a la información del predio que se seleccionó del cual se obtuvo datos como la ubicación, datos de vivienda (área de construcción y # de pisos), tipo de vivienda, tipología de la vivienda y número de usuarios.

Sección C: Corresponde a los datos sobre el servicio de agua potable en la que se recolectó información de las unidades sanitarias, características de medidor, factores que influyen en el consumo de agua potable y la identificación de problemas en el servicio. En las unidades Sanitarias el baño completo indica que es un inodoro, lavamos y ducha, en cambio el baño incompleto no tiene ducha.

Sección D: Comprende la información del nivel de servicio de agua potable donde se establece si el sistema de abastecimiento proporciona la dotación permanente, cantidad suficiente y calidad del líquido vital, además si el agua abastece satisfactoriamente todos los puntos de consumo necesarios que posee la vivienda.

Para la determinación del consumo diario de agua potable de la población del sector fue necesario realizar lecturas de los medidores de agua seleccionados durante el período de 45 días seguidos, tiempo establecido mediante el muestreo no probabilístico por juicio de experto, en que se consideraron diversos criterios como que no existe una normativa que indique el tiempo necesario de estudio para la obtención de las curvas de consumo, además que en investigaciones previas se obtuvo resultados eficientes en este lapso de tiempo, por ende, se optó tomar este número de días. La medición se llevó a cabo cada tarde a la misma hora con el fin de obtener el consumo diario. Se efectuaron las mediciones dentro de un intervalo de tiempo que abarcó desde las 14:00 pm. hasta las 17:00 pm., se procedió a tomar una fotografía para la lectura del medidor y en los que no se podía se registró directamente la lectura en una libreta de campo.

Por otro lado, para la medición horaria se la realizó mediante la instalación de 7 cámaras de video que proporcionaron la grabación del consumo de agua durante 24 horas lo que facilita la lectura del medidor cada hora del día. La ubicación de cada una de las cámaras se estableció en base a la accesibilidad y factibilidad. La obtención de

datos se realizó 7 días durante 24 horas. Este enfoque posibilitó la supervisión del volumen diario de agua potable consumida y de manera horaria, permitiendo así la identificación de patrones cíclicos específicos para el sector de estudio.

Finalmente, la presión es fundamental en el correcto desempeño del sistema de agua potable, ya que representa la fuerza que impulsa el flujo de agua hacia los diversos puntos de consumo, facilitando un suministro integral a hogares o instalaciones, por lo que se realizó la medición de presiones con un manómetro acoplado mediante una boquilla a un grifo común. Utilizando el muestreo por juicio de expertos y la accesibilidad a los grifos de agua se decidió tomar de la muestra 75 residencias para la medición realizada durante un período de 7 días consecutivos.

2.2.2. Fase 2: Levantamiento de la zona de estudio

En esta fase, se optó por realizar una investigación descriptiva, ya que se busca detallar las características geográficas específicas del sector de Valle Hermoso. Además, la investigación analítica aportó en esta fase, ya que contribuyó a registrar resultados y progresos al interpretar los diversos tipos de datos recolectados.

Al aplicar ambos tipos de investigación, se procedió a procesar la información recopilada y utilizando un Software GIS, se representó la ubicación, delimitación del área de estudio, coordenadas de las residencias seleccionadas y la presión de agua de manera detallada.

2.2.3. Fase 3: Determinación del consumo per cápita y curvas de consumo

En esta fase se utilizó la investigación descriptiva con la que se mostró las características y resultados específicos del proyecto de investigación obteniendo los patrones de consumo, las curvas de consumos horarios, consumo promedio diario, consumo per cápita de la población del sector de Valle hermoso. Para las curvas de consumo se empleó un software especializado que indicó los valores máximos y mínimos de igual manera se obtuvo los gráficos de los patrones de consumo y en la determinación del consumo per cápita se utilizó la siguiente fórmula:

$$C \text{ per cápita} = \frac{C \text{ Promedio}}{\# \text{ de usuarios}} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

C per cápita: Consumo per cápita

C Promedio: Consumo promedio

de usuarios: número total de usuarios por vivienda

Además, se determinó en consumo futuro del sector mediante cálculos de proyección hacia el tiempo requerido de 2, 5, 10, 20 y 30 años, para ello existen diversos métodos matemáticos, para el presente proyecto de investigación se optó por utilizar los siguientes métodos:

El método Gumbel, también conocido como la distribución de Gumbel es una técnica estadística utilizada para modelar la distribución de valores extremos en un conjunto de datos. Este método es comúnmente aplicado en hidrología, climatología y otras disciplinas para analizar eventos extremos como inundaciones, temperaturas máximas, caudales y otras variables. [15], [16]

La Distribución de Pearson Tipo III, también conocida como distribución de Pearson de tres parámetros o distribución gamma inversa es una distribución de probabilidad continua que es una variante de la familia de distribuciones de Pearson. Esta distribución se utiliza en estadística para modelar variables aleatorias continuas y tiene aplicaciones en diversos campos como hidrología, ingeniería, y finanzas.[17], [18]

Finalmente, fue necesario utilizar la investigación comparativa que permitió describir las similitudes y diferencias de los resultados del consumo de agua del sector estudiado en comparación con la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1 que se utiliza en los diseños de abastecimiento de agua potable[19].

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Fase 1: Determinación de los patrones de consumo

El Sector Valle Hermoso está conformado por los caseríos Yataqui, Gamboa, Inapi y Artezon, ubicado a 3km del centro cantonal. En el lugar se dedican a la agricultura en su gran mayoría, además que la zona se está impulsando en el ámbito del turismo por los bellos paisajes generados por el clima agradable, razón por la cual también se dedican a la acuicultura y pesca deportiva.

El sector cuenta con dos vertientes de agua ubicadas en Inapi y Yataqui siendo esta la más grande, ya que no solo abarca al sector de estudio sino también a caseríos aledaños como lo son Chaupi, Guadalupe y El Pingue. Las vertientes son utilizadas para el riego agrícola y el abastecimiento de agua potable.

Teniendo en cuenta esta información y los datos recolectados en campo se obtuvieron los siguientes resultados.

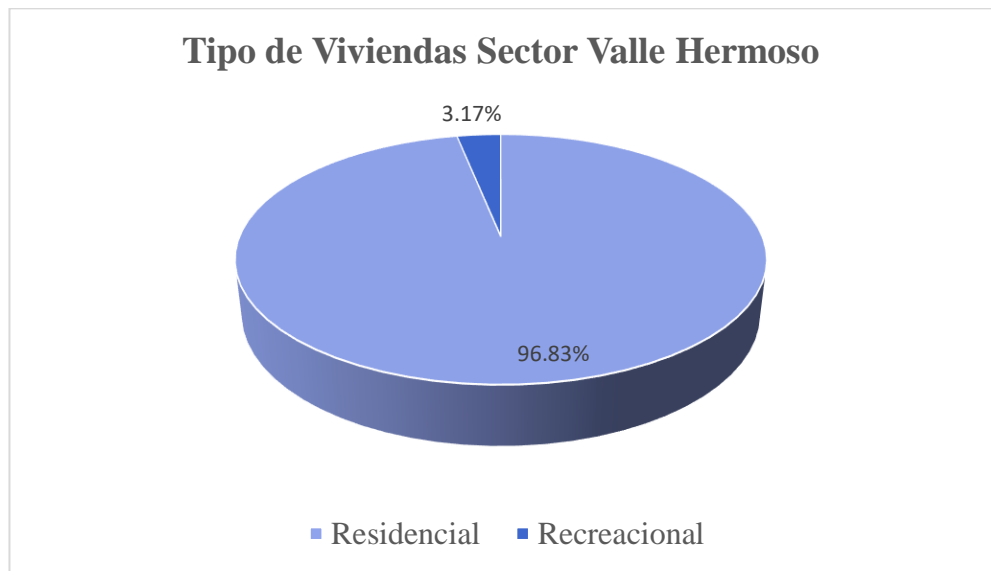
3.1.1.1. Encuestas

- **Tipo de Vivienda**

Se estableció posibles tipos de vivienda asociándolas según su uso y actividades socioeconómicas como residencial, comercial, industrial, educativa, gubernamental, recreacional, municipal/parroquial, condominios, hoteles, otros.

De la muestra de 126 viviendas del sector tenemos lo siguiente:

Figura 1. Tipo de Viviendas del Sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

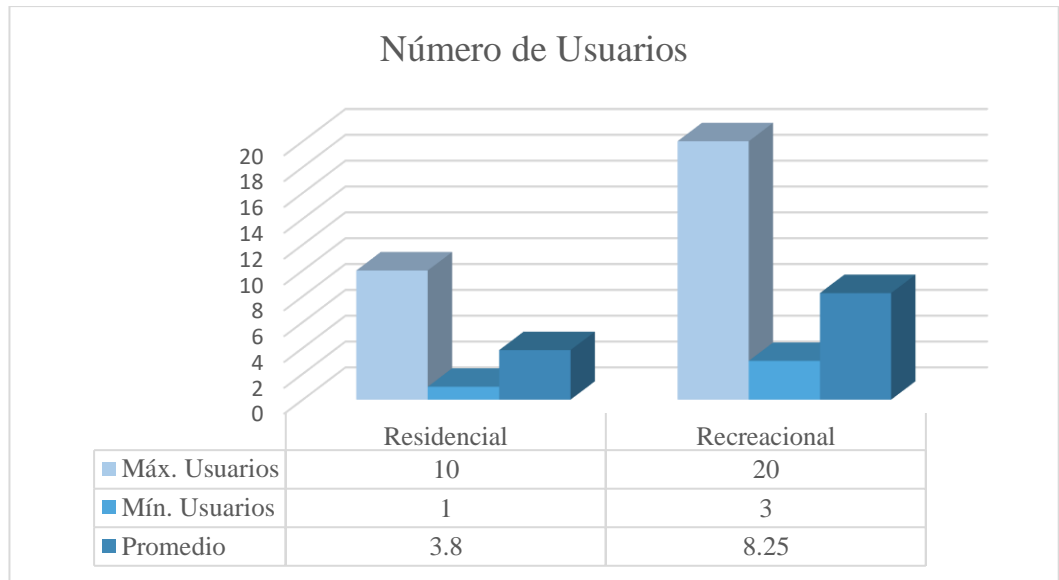
La Figura 1, muestra que en el sector de estudio el 96.83% corresponde a viviendas de uso residencial, indicando así que la mayor parte son empleadas únicamente para alojamiento y el 3.17% son viviendas de uso recreacional utilizadas para realizar diferentes actividades que incluye canchas deportivas, salón de recepciones, senderos ecológicos, piscina, etc.

- **Número de Usuarios**

El consumo de agua potable depende de manera significativa del número de usuarios que habitan de manera permanente o parcial en las propiedades.

De acuerdo con los datos recolectados como se indica en la Figura 2, muestra que el número máximo de usuarios en viviendas de uso residencial es de 10 y el mínimo de 1 usuario, mientras que en las viviendas de uso recreacional se tiene un número máximo de usuarios permanentes de 20 y un mínimo de 3 usuarios. En base a estos valores se determinó un promedio de 3.8 para viviendas de uso residencial, es decir que existe 4 usuarios por residencia y 8.25 para viviendas de uso recreacional teniendo así un valor de promedio de 8 usuarios por vivienda.

Figura 2. Número de usuarios del sector Valle Hermoso.



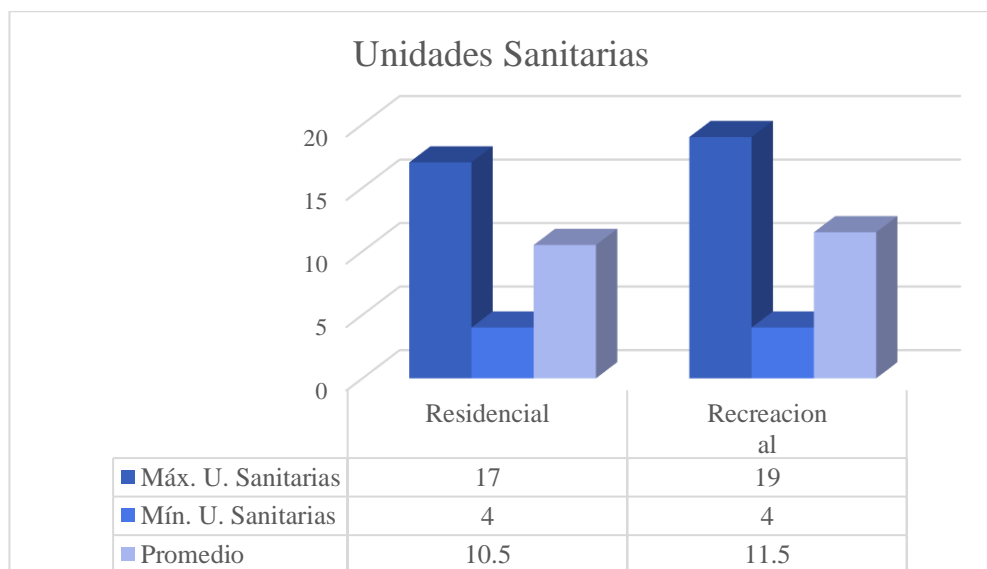
Realizado por Autor

- **Número de Unidades Sanitarias**

Es importante realizar una caracterización de las viviendas en relación con la cantidad de unidades sanitarias porque nos permite tener indicios de como estos influyen en el consumo de agua potable.

El registro contiene el número y tipo de unidades sanitarias en cada una de las residencias como se indica en los siguientes gráficos.

Figura 3. Unidades Sanitarias por tipo de vivienda.

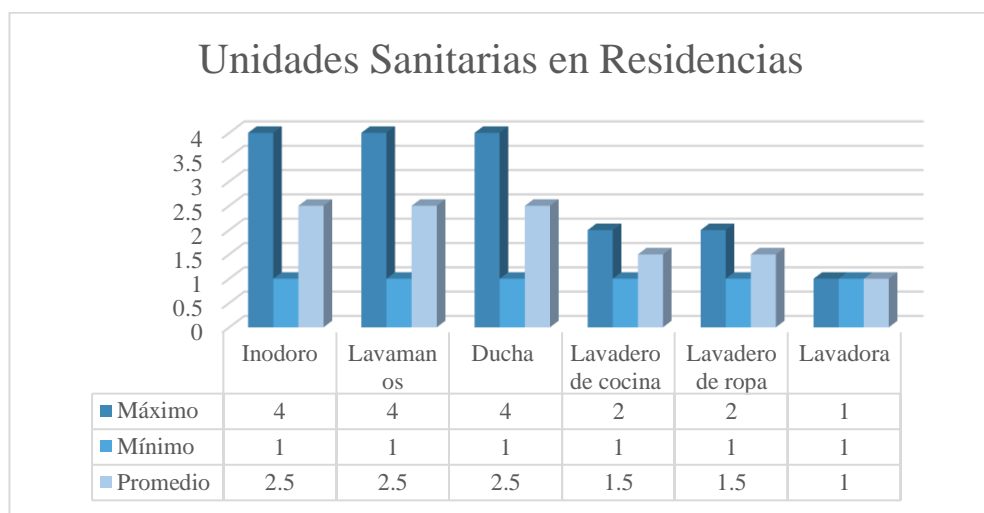


Realizado por Autor

Como se muestra en la Figura 3, se estableció que el número máximo de unidades sanitarias en viviendas de uso residencial es de 17 y el mínimo de 4 teniendo así un promedio de 10.5, es decir, 11 unidades sanitarias en residencias; por otra parte, en las viviendas de uso recreacional se tiene un máximo de 19 y un mínimo de 4 con un promedio de 11.5 teniendo así 12 unidades sanitaria en las viviendas de tipo recreacional.

Además, con la información obtenida se determinó el valor máximo, mínimo y promedio de cada tipo de unidad sanitaria de acuerdo con el uso de la vivienda.

Figura 4. Tipo de unidades sanitarias en las residencias.

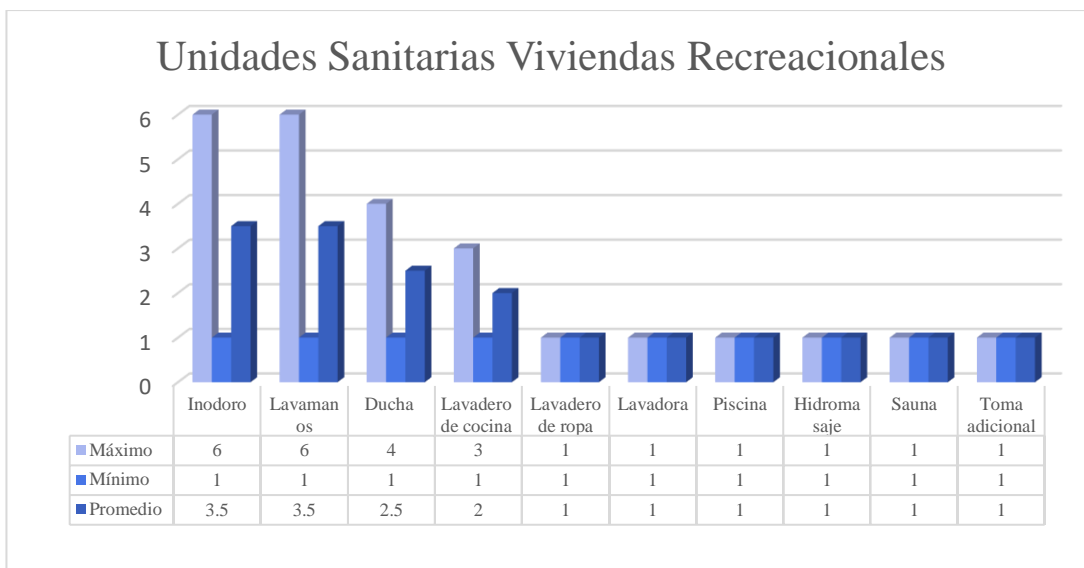


Realizado por Autor

Al analizar la Figura 4, de acuerdo con los valores promedios se puede asumir que una residencia tipo en el sector de estudio está conformada por 3 inodoros, 3 lavamanos, 3 duchas, 2 lavaderos de cocina, 2 lavaderos de ropa y 1 lavadora, cabe aclarar que estos valores dependen del nivel socioeconómico y del número de habitantes de la vivienda.

También se puede estimar que una vivienda de uso recreacional está conformada por 4 inodoros, 4 lavamanos, 3 duchas, 3 lavaderos de cocina, 1 lavadero de ropa, 1 lavadora, 1 piscina, 1 hidromasaje, 1 sauna y 1 toma adicional de acuerdo con los valores promedios que muestra la Figura 5, esto depende del tipo de vivienda recreacional y el número esporádico de usuarios que frecuenten el lugar.

Figura 5. Tipo de Unidades Sanitarias en viviendas recreacionales.

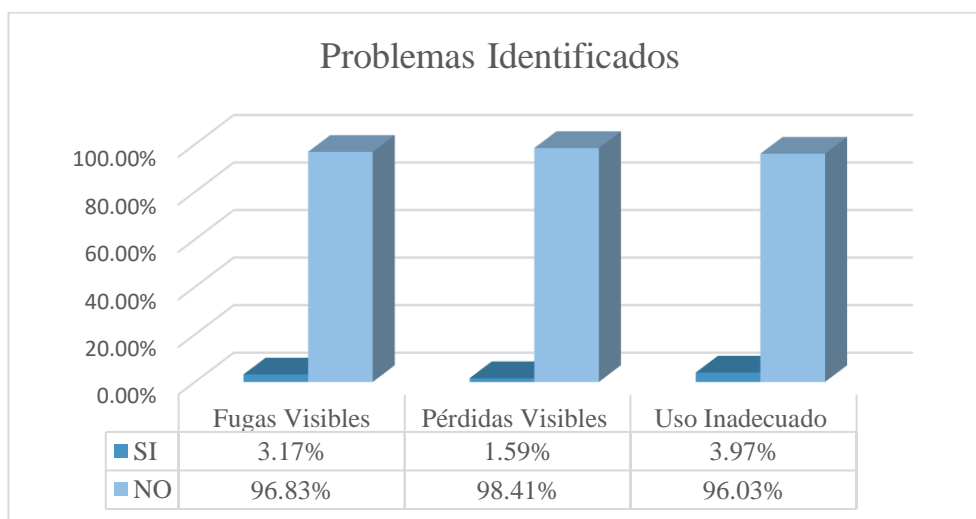


Realizado por Autor

- **Identificación de problemas**

Es necesario identificar los problemas para que afecten de una u otra forma al consumo de agua potable. En el sector se identificaron 3 problemas, como son las fugas visibles cuando el agua escurre o los grifos siguen goteando, aunque ya estén completamente cerrados; pérdidas visibles se da cuando alguna tubería o accesorio se encuentran rotos y el uso inadecuado representa el incorrecto consumo del líquido vital ya sea para lavado de autos o el riego de cultivos agrícolas. A continuación, se detalla los resultados obtenidos:

Figura 6. Problemas identificados en el sector Valle Hermoso.



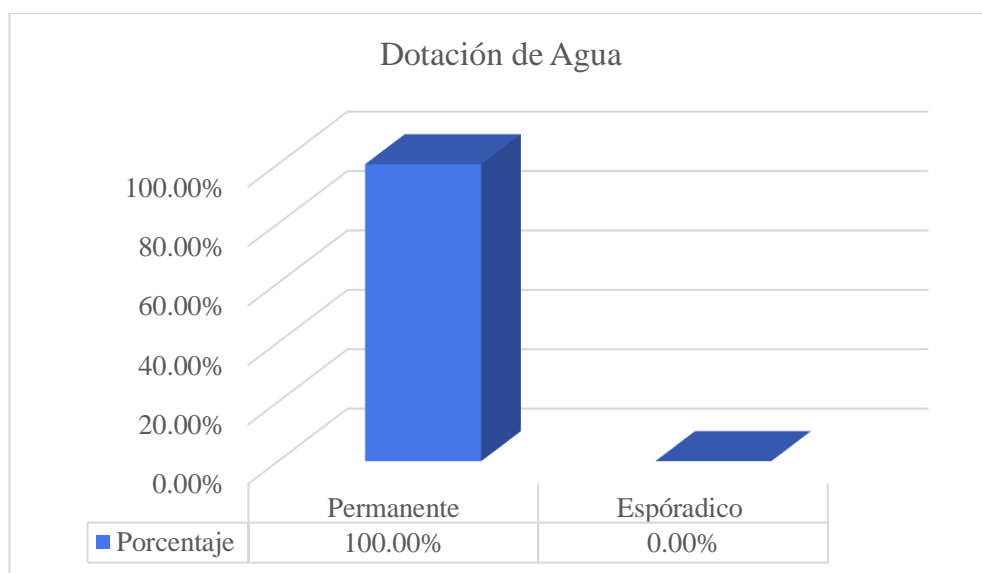
Realizado por Autor

En la Figura 6, se aprecia que de toda la muestra el 3.17% presenta fugas visibles, 1.59% pérdidas visibles y el 3.97% representa el uso inadecuado del agua potable lo que determina que en el sector estudiado son mínimos los problemas identificados.

- **Dotación de agua**

Establecer la permanencia de abastecimiento de agua es necesario debido a que, si no es continuo, no existirá un consumo real que sacie las necesidades de los usuarios. Para esto se estableció dos criterios, el de dotación permanente que indica que no existen cortes y la esporádica representa la inconstancia del servicio, dando como resultado los siguiente:

Figura 7. Dotación de agua en el sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

En la Figura 7, se determinó que el 100% de la muestra cuenta con una dotación permanente de agua con lo cual podemos decir que el sector en general no cuenta con problemas de dotación.

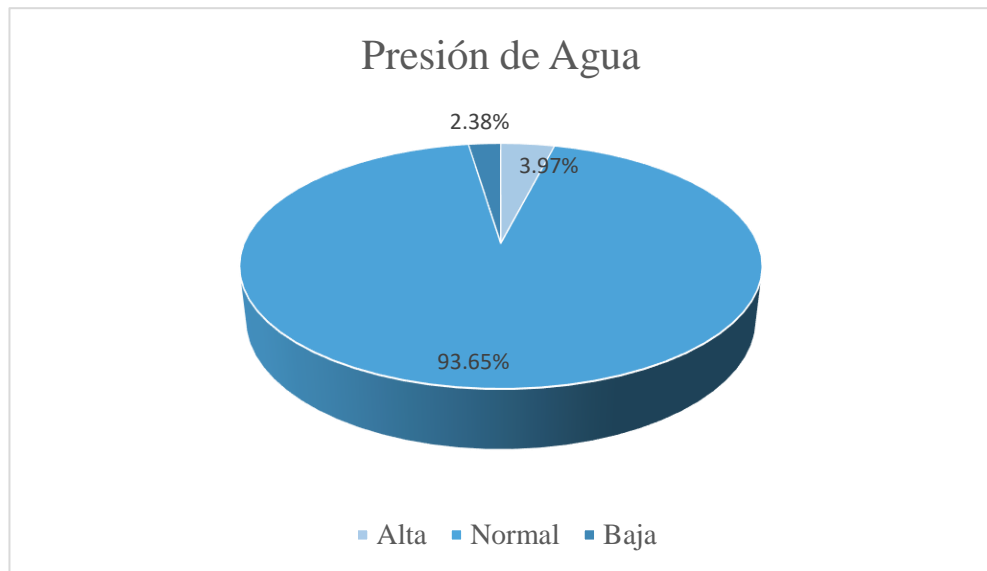
- **Presión del agua**

La presión del agua en muchas ocasiones puede causar inconformidad en los usuarios si es demasiado alta puede dañar los aparatos sanitarios y si es muy

baja no satisface para las diferentes actividades que realicen. Para determinar la presión del agua se realizó en base al criterio de los usuarios que se estableció en alta, normal y baja.

De acuerdo con estos criterios como muestra la Figura 8, el 93.65% de los usuarios indican que la presión se encuentra normal, el 3.97% dijo que la presión se encuentra alta y el 2.38% es muy baja.

Figura 8. Presión del agua en el sector Valle Hermoso.



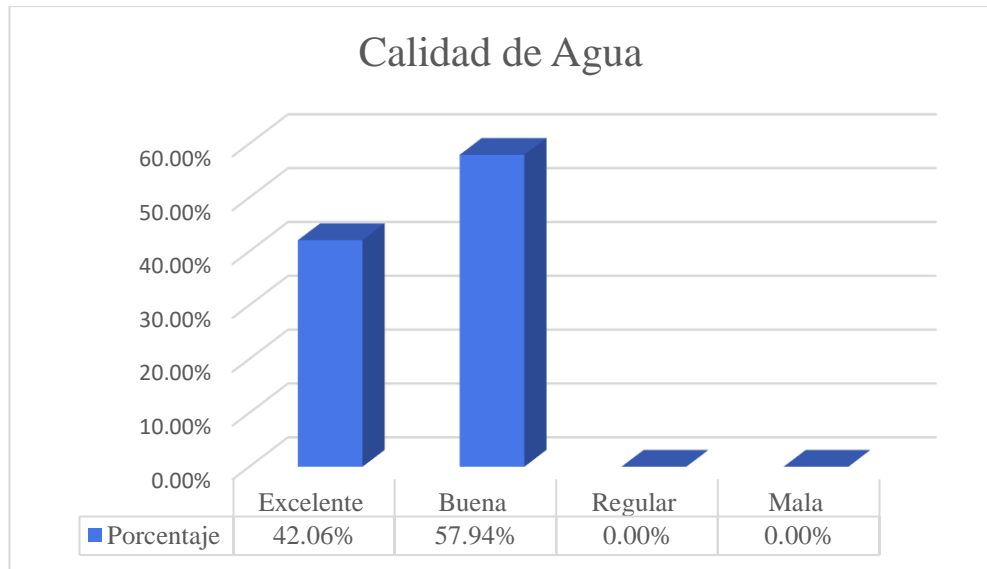
Realizado por Autor

- **Calidad del agua**

La calidad de agua es muy importante ya que no solo influye en el consumo, sino que afecta directamente la calidad de vida de los usuarios que la calificaron según cuatro parámetros que son excelente, buena regular y mala, y teniendo en cuenta su sabor, color y olor.

Como indica la Figura 9, los usuarios calificaron la calidad del agua como excelente en un 42.06% y 57.94% como buena, lo que determina que la calidad del agua del sector estudiado está dentro de los parámetros adecuados de consumo.

Figura 9. Calidad de agua del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor



3.1.1.2. Consumo diario de agua potable

Para determinar los valores de consumo diario se tabularon todos los datos registrados en los micromedidores durante 45 días, obteniendo así 44 valores de consumo de los cuales se analizó los siguientes parámetros:

- Promedio por medidor y día
- Consumo máximo y mínimos por medidor y día
- Promedio del sector
- Consumo máximo y mínimo del sector
- Varianza de consumo
- Desviación estándar
- Coeficiente de variación
- Mediana de datos
- Cuartiles 1, 2, y 3
- Rango entre valores externos
- Rango entre los cuartiles

Para la comprensión del cálculo y análisis de cada uno de estos parámetros se muestra el ANEXO B y a continuación se presenta un resumen:

Tabla 2. Valores promediales del consumo diario.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”					
REALIZADO POR: ZAYRA ELIZABETH MORENO GANAN					
VALORES PROMEDIALES DEL CONSUMO DIARIO POR MEDIDOR (m³/día)					
Identificación del medidor	Consumo promedio (m ³ /día)	Identificación del medidor	Consumo promedio (m ³ /día)	Identificación del medidor	Consumo promedio (m ³ /día)
1	0.134	46	0.669	91	0.667
2	0.391	47	0.554	92	0.445
3	0.507	48	1.777	93	1.008
4	0.489	49	0.029	94	2.450
5	0.403	50	0.021	95	1.076
6	1.466	51	1.295	96	0.395
7	0.971	52	0.828	97	0.413
8	1.117	53	1.012	98	0.951
9	0.417	54	0.813	99	0.990
10	1.702	55	1.672	100	0.750
11	0.746	56	0.208	101	5.148
12	0.724	57	0.599	102	0.841
13	0.949	58	0.545	103	0.545
14	0.249	59	1.448	104	0.778
15	0.992	60	0.666	105	0.219
16	0.329	61	1.311	106	0.466
17	0.668	62	1.330	107	0.363
18	0.370	63	1.212	108	0.894
19	0.997	64	0.663	109	0.481
20	0.389	65	0.716	110	0.375
21	0.649	66	0.792	111	0.414
22	0.135	67	0.907	112	0.678
23	0.490	68	0.278	113	0.655
24	0.096	69	1.768	114	0.948
25	0.569	70	0.509	115	0.085
26	0.469	71	0.088	116	0.921
27	0.366	72	0.027	117	0.378
28	0.416	73	1.160	118	0.562
29	0.659	74	2.552	119	0.243
30	0.376	75	0.059	120	1.826

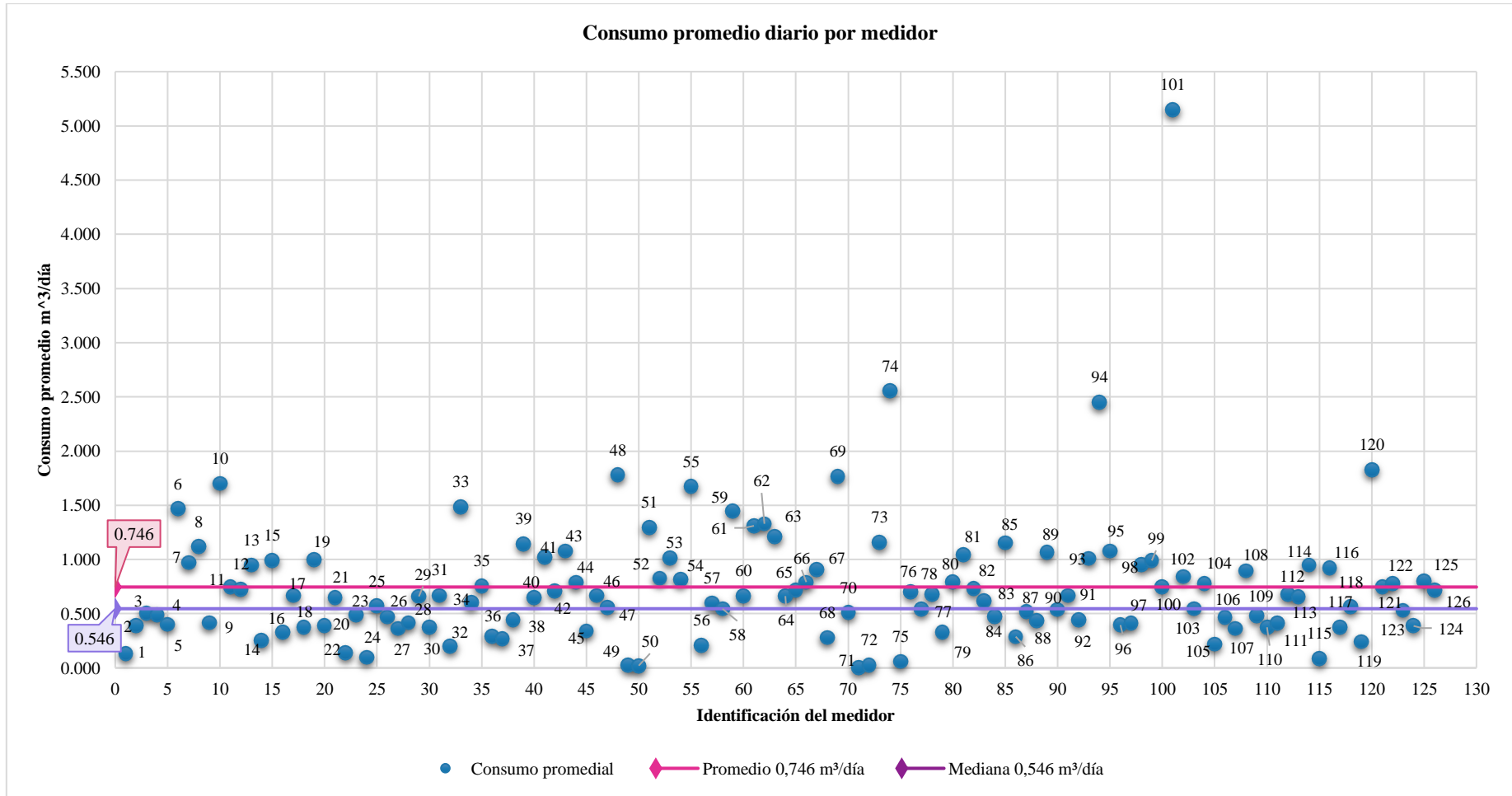
31	0.670	76	0.702	121	0.744
32	0.200	77	0.542	122	0.777
33	1.484	78	0.682	123	0.529
34	0.604	79	0.328	124	0.387
35	0.756	80	0.795	125	0.801
36	0.293	81	1.045	126	0.715
37	0.266	82	0.734		
38	0.446	83	0.614		
39	1.144	84	0.473		
40	0.647	85	1.155		
41	1.020	86	0.288		
42	0.709	87	0.520		
43	1.077	88	0.437		
44	0.790	89	1.065		
45	0.342	90	0.540		
Valores del sector					
Consumo Máximo Promedio		5.148			
Consumo Mínimo Promedio		0.021			
Promedio		0.746			
Mediana		0.546			
Desviación Estándar		0.127			

Realizado por Autor

La Tabla 2, presenta los valores promediales del consumo diario que permitieron determinar el promedio del sector de un valor igual a 0.746 m³/día, cabe aclarar que en este promedio se engloba tanto las viviendas residenciales como las recreacionales. También se determinó el valor promedio máximo del sector de 5.148m³/día perteneciente al medidor número 101 de una vivienda recreacional y el valor promedio mínimo de 0.021 m³/día del medidor 50 de una residencia. Además, debido a la dispersión de los datos se ha calculado una desviación estándar de 0.127 m³/día con respecto al promedio, lo que indica que el valor promedio del sector puede estar entre 0.619 m³/día y 0.873 m³/día.

La Figura 10, representa gráficamente la variación del consumo promedio del agua potable por medidor. Cada punto representa el promedio en metros cúbicos por día, y la línea horizontal rosada representa el valor promedio y la morada la media del sector de 0.546 m³/día, datos importantes al tener en cuenta que el promedio está por encima de la media lo que indica mayor probabilidad que el consumo determinado en este proyecto de investigación aumente debido a la dispersión existente.

Figura 10. Consumo promedio diario por medidor del sector Valle Hermoso.





Realizado por Autor

3.1.1.3. Consumo semanal de agua potable

El consumo semanal se determinó por medio del promedio de cada día de la semana de los valores obtenidos anteriormente en el consumo diario, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Valores de consumo semanal por medidor.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”								
REALIZADO POR: ZAYRA ELIZABETH MORENO GANAN								
VALORES DE CONSUMO SEMANAL POR MEDIDOR (m³)								
Identificación del medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio (m ³ /día)
1	0.155	0.131	0.146	0.117	0.152	0.108	0.124	0.133
2	0.358	0.507	0.371	0.276	0.376	0.420	0.412	0.389
3	0.715	0.520	0.546	0.400	0.388	0.352	0.617	0.505
4	0.661	0.519	0.454	0.352	0.545	0.286	0.604	0.489
5	0.306	0.368	0.457	0.253	0.360	0.465	0.605	0.402
6	2.146	1.503	1.127	1.269	1.140	1.223	1.905	1.473
7	1.027	0.668	0.743	1.198	0.992	1.190	1.069	0.984
8	1.463	0.912	0.846	0.976	1.286	1.205	1.208	1.128
9	0.302	0.354	0.459	0.386	0.696	0.407	0.317	0.417
10	1.708	1.280	1.103	1.984	1.669	2.316	2.026	1.726
11	0.961	0.929	0.618	0.709	0.643	0.567	0.790	0.745
12	0.495	0.476	1.190	0.764	0.640	0.642	0.824	0.719
13	0.799	0.914	0.733	1.315	0.963	1.154	0.804	0.955
14	0.235	0.239	0.254	0.209	0.266	0.197	0.344	0.249
15	1.185	1.248	0.708	0.767	0.945	0.865	1.228	0.992
16	0.453	0.432	0.432	0.235	0.232	0.257	0.229	0.324
17	0.649	0.630	0.548	0.590	0.673	0.709	0.901	0.671
18	0.305	0.159	0.288	0.463	0.346	0.240	0.840	0.377
19	0.807	1.129	0.935	1.032	1.363	0.872	0.833	0.996
20	0.485	0.256	0.337	0.359	0.263	0.362	0.690	0.393
21	0.535	0.254	0.316	0.423	1.079	0.741	1.313	0.666
22	0.111	0.107	0.246	0.018	0.032	0.037	0.381	0.133
23	0.631	0.632	0.513	0.349	0.520	0.334	0.420	0.486
24	0.073	0.137	0.129	0.141	0.101	0.036	0.042	0.094
25	0.449	0.305	0.695	0.647	0.578	0.336	0.998	0.573

26	0.608	0.372	0.453	0.447	0.643	0.456	0.321	0.472
27	0.175	0.348	0.234	0.239	0.391	0.457	0.741	0.369
28	0.433	0.326	0.533	0.420	0.409	0.369	0.420	0.416
29	0.780	0.657	0.681	0.646	0.479	0.535	0.834	0.659
30	0.365	0.163	0.350	0.454	0.622	0.350	0.370	0.382
31	0.609	0.698	0.506	0.562	0.621	0.616	1.102	0.673
32	0.181	0.166	0.186	0.282	0.224	0.162	0.208	0.201
33	1.513	1.534	1.656	1.559	1.342	1.475	1.274	1.479
34	0.621	0.542	0.545	0.621	0.506	0.547	0.864	0.607
35	0.799	0.783	0.805	0.617	0.570	0.855	0.848	0.754
36	0.181	0.292	0.391	0.249	0.327	0.387	0.206	0.290
37	0.342	0.168	0.222	0.231	0.275	0.272	0.372	0.269
38	0.331	0.320	0.428	0.977	0.317	0.396	0.374	0.449
39	1.287	0.981	1.247	0.617	1.357	1.254	1.278	1.146
40	0.517	0.466	0.561	0.570	0.926	0.746	0.786	0.653
41	1.189	0.974	0.909	0.824	0.941	1.041	1.292	1.024
42	0.790	0.665	0.613	0.912	0.612	0.676	0.718	0.712
43	1.380	0.990	1.012	0.849	1.049	1.059	1.225	1.081
44	0.160	1.577	0.304	0.204	0.226	0.242	0.068	0.397
45	0.391	0.465	0.361	0.294	0.188	0.320	0.349	0.338
46	1.041	0.478	0.507	0.784	0.615	0.608	0.707	0.677
47	0.765	0.492	0.476	0.363	0.388	0.383	1.037	0.558
48	1.652	1.555	1.631	2.150	1.732	1.934	1.849	1.786
49	0.035	0.016	0.028	0.037	0.020	0.039	0.032	0.029
50	0.032	0.032	0.027	0.017	0.013	0.009	0.013	0.020
51	1.167	1.000	1.286	1.000	1.500	1.333	1.833	1.303
52	0.742	0.941	1.006	0.991	0.601	0.616	0.851	0.821
53	1.052	1.002	0.911	0.951	1.141	0.968	1.076	1.015
54	0.768	0.631	0.579	0.872	0.907	0.717	1.287	0.823
55	1.582	1.267	1.491	1.402	2.345	2.012	1.702	1.686
56	0.351	0.125	0.185	0.125	0.167	0.258	0.261	0.210
57	0.614	0.367	0.526	0.986	0.673	0.437	0.640	0.606
58	0.357	0.330	0.424	0.370	0.531	1.115	0.746	0.553
59	1.130	1.412	1.371	1.467	1.483	1.513	1.779	1.451
60	0.667	0.621	0.649	0.716	0.509	0.584	0.924	0.667
61	0.942	0.880	1.118	1.095	0.901	1.186	3.157	1.325
62	1.546	1.097	1.535	1.085	1.425	1.123	1.500	1.330
63	1.272	1.076	1.223	1.465	1.258	1.034	1.178	1.215
64	0.496	0.657	0.538	0.813	0.881	0.691	0.584	0.666
65	0.909	0.998	0.705	0.718	0.638	0.493	0.508	0.710
66	0.537	0.550	1.182	1.499	0.651	0.604	0.494	0.788
67	0.933	0.714	0.843	0.883	1.250	0.950	0.817	0.913

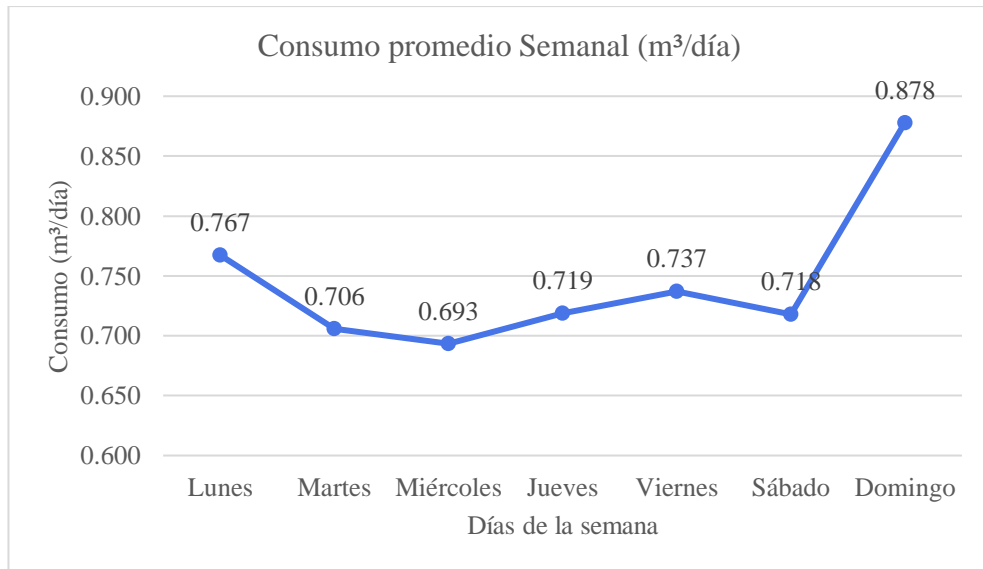
68	0.288	0.289	0.331	0.172	0.228	0.248	0.383	0.277
69	1.405	2.657	1.667	1.656	1.954	1.431	1.475	1.749
70	0.431	0.606	0.720	0.469	0.337	0.405	0.543	0.502
71	0.088	0.101	0.074	0.090	0.098	0.091	0.078	0.088
72	0.024	0.044	0.026	0.037	0.021	0.026	0.012	0.027
73	1.285	1.298	1.106	1.439	0.899	0.823	1.260	1.158
74	2.431	2.133	2.520	2.270	2.533	2.857	3.198	2.563
75	0.073	0.046	0.059	0.070	0.064	0.050	0.052	0.059
76	0.716	0.503	0.522	0.955	0.813	0.689	0.780	0.711
77	0.430	0.518	0.572	0.445	0.513	0.480	0.831	0.541
78	1.324	0.548	0.486	0.613	0.513	0.563	0.784	0.690
79	0.280	0.192	0.185	0.502	0.548	0.361	0.276	0.335
80	0.717	0.757	0.629	0.833	0.750	0.717	1.200	0.800
81	1.083	0.929	0.857	1.167	0.917	1.167	1.250	1.053
82	0.911	0.864	0.767	0.824	0.554	0.571	0.621	0.730
83	0.474	0.654	0.513	0.612	0.875	0.556	0.623	0.615
84	0.610	0.304	0.410	0.320	0.276	0.303	1.125	0.478
85	0.983	1.114	1.143	1.350	0.950	1.167	1.383	1.156
86	0.160	0.338	0.287	0.324	0.330	0.234	0.338	0.287
87	0.625	0.530	0.551	0.402	0.573	0.395	0.553	0.519
88	0.363	0.315	0.416	0.355	0.531	0.480	0.622	0.440
89	0.872	0.897	1.035	1.164	1.179	1.199	1.140	1.069
90	0.631	0.609	0.451	0.519	0.536	0.521	0.520	0.541
91	0.879	0.631	0.455	0.616	0.706	0.658	0.765	0.673
92	0.447	0.457	0.670	0.353	0.396	0.314	0.439	0.440
93	1.216	1.287	0.898	0.926	0.814	0.728	1.157	1.004
94	3.294	1.979	1.809	2.272	2.615	2.279	3.088	2.477
95	1.061	0.948	0.839	1.116	1.009	0.774	1.848	1.085
96	0.463	1.127	0.248	0.159	0.420	0.199	0.055	0.382
97	0.582	0.401	0.369	0.400	0.350	0.373	0.426	0.414
98	1.336	0.634	1.027	0.650	0.693	1.155	1.205	0.957
99	1.061	0.863	0.880	0.719	1.138	1.037	1.275	0.996
100	1.033	0.606	0.630	0.638	0.619	0.579	1.189	0.756
101	5.801	5.472	5.317	4.573	4.887	5.140	4.761	5.136
102	0.667	0.857	1.143	0.917	0.750	0.833	0.667	0.833
103	0.579	0.641	0.584	0.452	0.498	0.478	0.565	0.542
104	0.935	0.718	0.497	0.869	0.756	0.795	0.936	0.787
105	0.119	0.228	0.427	0.334	0.187	0.085	0.114	0.213
106	0.450	0.185	0.296	0.432	0.512	0.851	0.609	0.476
107	0.383	0.317	0.348	0.455	0.487	0.257	0.306	0.365
108	0.992	0.744	0.514	1.181	0.793	1.208	0.919	0.907
109	0.373	0.671	0.683	0.237	0.663	0.290	0.382	0.471

110	0.117	0.103	0.183	0.694	0.628	0.123	0.853	0.386
111	0.332	0.342	0.430	0.360	0.449	0.386	0.609	0.416
112	0.553	0.614	0.684	0.451	0.633	0.573	1.251	0.680
113	0.555	0.438	0.718	0.611	0.749	0.651	0.886	0.658
114	1.068	1.227	0.713	0.627	0.775	1.010	1.209	0.947
115	0.063	0.151	0.025	0.008	0.080	0.141	0.122	0.084
116	0.585	0.867	0.549	0.947	0.887	1.228	1.454	0.931
117	0.340	0.259	0.537	0.416	0.454	0.353	0.281	0.377
118	0.438	0.448	0.454	0.461	0.800	0.605	0.765	0.567
119	0.201	0.331	0.145	0.267	0.204	0.254	0.302	0.243
120	1.962	1.856	1.668	1.710	1.890	1.709	2.011	1.829
121	0.397	0.816	1.333	0.753	0.552	0.870	0.377	0.728
122	0.947	1.035	0.644	0.861	0.468	0.512	0.949	0.774
123	0.528	0.163	0.164	0.173	0.625	0.754	1.418	0.546
124	0.639	0.317	0.238	0.343	0.282	0.383	0.548	0.393
125	0.913	0.736	0.894	0.740	0.648	0.821	0.849	0.800
126	0.926	0.858	0.598	0.660	0.539	0.596	0.828	0.715
Consumo promedio por día (m³/día)	0.767	0.706	0.693	0.719	0.737	0.718	0.878	
Varianza	0.469	0.396	0.356	0.344	0.375	0.404	0.474	
Desviación Estándar	0.685	0.629	0.596	0.586	0.613	0.636	0.688	
Coefficiente de Variación	0.893	0.891	0.860	0.816	0.831	0.886	0.784	
Mediana	0.623	0.611	0.549	0.617	0.620	0.576	0.785	
C. promedio del Sector (m³/día)	0.745							
Desv. Est. Del Sector	0.063							
Mediana del Sector	0.617							

Realizado por Autor

Al analizar la Tabla 3, se puede apreciar una variación del consumo semanal al igual que se lo pudo hacer en el consumo diario, obteniendo un promedio semanal del sector de 0.745 m³/día, una media de 0.617 m³/día y una desviación estándar de 0.063 m³/día. La variación de consumo de acuerdo con la desviación estándar respecto al promedio esta entre 0.682 m³/día y 0.808 m³/día. Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos, la Figura 11 muestra el comportamiento del consumo semanal dentro del sector.

Figura 11. Consumo promedio semanal del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

Como se evidencia en la Figura 11, el consumo máximo es de 0.878 m³/día correspondiente al día domingo, esto se debe a que la mayor parte de habitantes descansa estos días de su trabajo y realizan actividades en casa, además que para las viviendas de uso recreacional es cuando más usuarios permanecen en las instalaciones y el mínimo consumo semanal es de 0.693 m³/día corresponde al día miércoles, esto se debe a que la mayor parte de habitantes pasan cosechando en sus cultivos y las viviendas recreacionales no tiene muchos visitantes al ser un día laborable.

3.1.1.4. Consumo horario de agua potable

El consumo horario es importante debido a que influye en la caracterización de los hábitos de consumo durante el todo el día en el sector de estudio. Para obtener los valores del consumo horario se tabuló los datos registrados la semana del 23 al 29 de noviembre las 24 horas por 7 días continuos en las grabaciones de las siete cámaras instaladas, de estas 6 corresponden a residencias y la otra a una vivienda de uso recreacional. Además, se optó por interpretar los resultados en intervalos de 2 horas y el consumo en litros.

a) Consumo horario en viviendas de uso residencial

El consumo horario se estableció entre el promedio de los medidores 1, 17, 40, 65, 82 y 112 dando como resultados lo siguiente:

Tabla 4. Valores de consumo horario en intervalo de 2 horas en residencias.

Intervalo de Tiempo		CONSUMO DE AGUA POTABLE SEMANA 23 - 29 DE NOVIEMBRE (Lts.)						Promedio por Hora	% de Consumo	
		JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES			MIÉRCOLES
0:00 - 02:00		0,667	4,833	3,667	3,500	2,000	0,500	2,667	2,548	5,27%
02:00 - 04:00		1,500	1,333	1,167	4,333	4,667	7,333	3,167	3,357	6,95%
04:00 - 06:00		19,333	66,000	21,333	16,000	26,667	25,833	47,833	31,857	65,91%
06:00 - 08:00		60,500	94,167	32,000	75,333	94,500	89,500	134,833	82,976	171,67%
08:00 - 10:00		117,833	76,500	38,333	176,500	99,500	76,667	37,667	89,000	184,14%
10:00 - 12:00		39,833	139,167	105,667	71,167	54,500	108,500	16,667	76,500	158,28%
12:00 - 14:00		120,333	88,333	87,833	47,667	83,333	28,167	45,000	71,524	147,98%
14:00 - 16:00		74,667	52,500	76,500	124,333	70,167	108,500	48,500	79,310	164,09%
16:00 - 18:00		53,500	37,333	69,500	27,333	18,000	32,000	39,000	39,524	81,77%
18:00 - 20:00		38,500	83,667	52,333	38,667	39,833	36,500	45,167	47,810	98,92%
20:00 - 22:00		40,833	21,333	56,667	22,333	67,000	54,333	28,500	41,571	86,01%
22:00 - 24:00		6,833	13,333	17,000	16,500	22,667	17,833	4,000	14,024	29,01%
Total		574,333	678,500	562,000	623,667	582,833	585,667	453,000	Consumo Promedio Horario	48,333
Promedio		47,861	56,542	46,833	51,972	48,569	48,806	37,750		
Máximo		120,333	139,167	105,667	176,500	99,500	108,500	134,833		
Mínimo		0,667	1,333	1,167	3,500	2,000	0,500	2,667		

Realizado por Autor

En la Tabla 4, se puede apreciar la variación de consumo horario en el intervalo de 2 horas en las residencias obteniendo los siguientes resultados:



- El jueves presenta un total de 574.333 lt, un promedio de 47.861 lt, un consumo máximo de 120.333 lt de 12:00 a 14:00 y un mínimo de 0.667 lt de 0:00 a 2:00.
- El viernes presenta un total de 678.5 lt, promedio de 54.542 lt, un consumo máximo de 139.167 lt de 10:00 a 12:00 y un mínimo de 1.333 lt de 2:00 a 4:00.
- El sábado presenta un total de 562 lt, un promedio de 46.833 lt, un consumo máximo 105.667 lt de 10:00 a 12:00 y un mínimo de 1.167 lt de 2:00 a 4:00.
- El domingo presenta un total de 623.667 lt, con un promedio de 51.972 lt, un consumo máximo de 176.5 lt de 8:00 a 10:00 y mínimo de 3.5 lt de 0:00 a 2:00.
- El lunes presenta un total 582.833 lt, un promedio de 48.569 lt, un consumo máximo de 99.5 lt de 8:00 a 10:00 y un mínimo de 2 lt de 0:00 a 2:00.
- El martes presenta un total de 585.667 lt, un promedio de 48.806 lt, un consumo máximo de 108.5 lt de 14:00 a 16:00 y un mínimo de 0.5 lt de 0:00 a 2:00.
- Finalmente, el miércoles presenta un total de 453 lt, promedio de 37.75lt, un consumo máximo de 134.833 lt de 6:00 a 8:00 y un mínimo de 2.667 lt de 0:00 a 2:00.

De los resultados detallados se puede evidenciar que los consumos máximos se dan en las horas de la mañana en su mayoría y los consumos mínimos se encuentra principalmente entre las 0:00 y 2:00. Además, se obtuvo el promedio de consumo horario igual a 48.333 litros. La representación gráfica del consumo horario por cada día en el intervalo establecido se encuentra en el ANEXO C.

b) Consumo horario en viviendas de uso recreacional

Para este consumo horario se lo realizo del medidor número 101 perteneciente a una vivienda recreacional representativa del sector, del cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5. Valores de consumo horario en intervalo de 2 horas en viviendas de uso recreacional.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”									
REALIZADO POR: ZAYRA ELIZABETH MORENO GANAN									
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS									
Intervalo de Tiempo	CONSUMO DE AGUA POTABLE SEMANA 23 - 29 DE NOVIEMBRE (Lts.)							Promedio por Hora	% de Consumo
	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES		
0:00 - 02:00	102,000	208,000	207,000	209,000	101,000	355,000	102,000	183,429	42,15%
02:00 - 04:00	204,000	212,000	537,000	197,000	292,000	197,000	198,000	262,429	60,30%
04:00 - 06:00	298,000	206,000	1593,000	197,000	238,000	333,000	332,000	456,714	104,95%
06:00 - 08:00	610,000	240,000	312,000	605,000	491,000	244,000	484,000	426,571	98,02%
08:00 - 10:00	604,000	480,000	353,000	822,000	518,000	739,000	1007,000	646,143	148,48%
10:00 - 12:00	846,000	449,000	556,000	275,000	532,000	467,000	446,000	510,143	117,23%
12:00 - 14:00	363,000	243,000	960,000	252,000	152,000	787,000	598,000	479,286	110,14%
14:00 - 16:00	693,000	380,000	759,000	412,000	700,000	1565,000	973,000	783,143	179,96%
16:00 - 18:00	228,000	176,000	294,000	486,000	1088,000	529,000	638,000	491,286	112,89%
18:00 - 20:00	267,000	416,000	309,000	302,000	452,000	396,000	257,000	342,714	78,75%
20:00 - 22:00	357,000	231,000	219,000	499,000	296,000	334,000	1396,000	476,000	109,38%
22:00 - 24:00	115,000	202,000	197,000	203,000	127,000	199,000	107,000	164,286	37,75%
Total	4687,000	3443,000	6296,000	4459,000	4987,000	6145,000	6538,000	Consumo Promedio Horario	435,179
Promedio	390,583	286,917	524,667	371,583	415,583	512,083	544,833		
Máximo	846,000	480,000	1593,000	822,000	1088,000	1565,000	1396,000		
Mínimo	102,000	176,000	197,000	197,000	101,000	197,000	102,000		

Realizado por Autor

En la Tabla 5, se puede observar la variación de consumo horario en el intervalo de 2 horas de una vivienda recreacional obteniendo los siguientes resultados:

- El jueves un total de 4687 lt, un promedio de 390.583 lt, un consumo máximo de 846 lt de 10:00 a 12:00 y un mínimo de 102 lt de 0:00 a 2:00.
- El viernes un total de 3443 lt, un promedio de 286.917 lt, un consumo máximo de 480 lt de 8:00 a 10:00 y un mínimo de 176 lt de 16:00 a 18:00.
- El sábado un total de 6296 lt, un promedio de 524.667 lt, un consumo máximo de 1593 lt de 4:00 a 6:00 y un mínimo de 197 lt de 22:00 a 24:00.
- El domingo un total de 4459 lt, un promedio de 371.583 lt, un consumo máximo de 822 lt de 8:00 a 10:00 y un mínimo de 197 lt de 2:00 a 4:00.
- El lunes un total de 4987, un promedio de 415.583 lt, un consumo máximo de 1088 lt de 16:00 a 18:00 y un mínimo de 101 lt de 0:00 a 2:00.
- El martes un total de 6145 lt, un promedio de 512.083 lt, un consumo máximo de 1565 lt de 14:00 a 16:00 y un mínimo de 197 lt de 2:00 a 4:00.
- Finalmente, el miércoles un total de 6538 lt, un promedio de 544.833 lt, un consumo máximo de 1396 lt de 20:00 a 22:00 y un mínimo de 102 lt de 0:00 a 2:00.



De los resultados detallados se puede apreciar que a diferencia del consumo horario de las residencias en las viviendas recreacionales no hay un horario exacto para consumos máximos y mínimos ya que estos se presentan en diferentes horas en los distintos días de la semana. Además, se determinó que el promedio del consumo horario es de 435.179 litros. La representación gráfica del consumo horario por cada día en el intervalo establecido se encuentra en el ANEXO D.

3.1.1.5. Variación de la presión en la red de distribución de agua potable

La determinación de las presiones presentes en la actual red de distribución es fundamental para asociar el consumo con la calidad del servicio y evaluar si los problemas dentro de la red si se dan por la alta o baja presión existentes como las rupturas de tuberías, daños en aparatos sanitarios, cortes y fugas de agua.

Las presiones del sector se registraron diariamente la semana del 20 al 26 de noviembre de 75 residencias de toda la muestra del sector cómo se indica a continuación:

Tabla 6. Valores de presión por medidor del sector Valle Hermoso.

				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”													
REALIZADO POR: ZAYRA ELIZABETH MORENO GANAN													
VALORES DE PRESIÓN POR MEDIDOR													
SEMANA (20 - 26 NOVIEMBRE)													
Número	Medidor	Coordenadas		LECTURA PSI							Presión Promedio (PSI)	Presión Promedio (m.c.a)	
		X	Y	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo			
1	1	775221	9851573	34	38	32	36	34	38	33	35.000	24.640	
2	2	775231	9851530	36	37	24	30	38	40	35	34.286	24.137	
3	3	775315	9851427	58	59	60	59	58	60	60	59.143	41.637	
4	4	775556	9851448	36	34	42	38	44	42	40	39.429	27.758	
5	5	775720	9851665	34	32	34	32	32	33	33	32.857	23.131	
6	8	775874	9851798	30	28	30	32	31	29	35	30.714	21.623	
7	10	775833	9851913	44	44	46	46	43	30	49	43.143	30.373	
8	11	775890	9851918	48	46	47	45	44	42	49	45.857	32.283	
9	14	775945	9851874	46	42	44	42	48	46	45	44.714	31.479	
10	15	775964	9851861	48	48	48	48	48	48	49	48.143	33.893	
11	16	776072	9851636	60	50	60	58	56	60	58	57.429	40.430	
12	17	776152	9851690	36	22	42	38	38	43	45	37.714	26.551	
13	18	776409	9851641	12	12	14	12	14	13	13	12.857	9.051	
14	20	776524	9851555	48	46	50	48	52	44	48	48.000	33.792	
15	21	776251	9852024	30	32	30	32	31	32	32	31.286	22.025	
16	22	776269	9851998	22	22	22	22	22	22	20	21.714	15.287	
17	23	776267	9851965	1	1	2	2	2	0	0	1.143	0.805	
18	24	776312	9851972	18	18	18	16	18	16	10	16.286	11.465	
19	25	776321	9852036	29	28	31	30	30	30	20	28.286	19.913	
20	26	776340	9851998	29	28	28	29	29	30	19	27.429	19.310	
21	27	776364	9851864	30	32	28	28	31	32	25	29.429	20.718	
22	28	776319	9851872	26	24	25	26	25	26	17	24.143	16.997	
23	29	776339	9851837	18	20	17	22	28	27	17	21.286	14.985	
24	30	776316	9851826	20	22	17	18	23	21	15	19.429	13.678	
25	31	776348	9851807	20	20	20	20	20	20	14	19.143	13.477	
26	32	776574	9851748	20	22	20	20	22	22	18	20.571	14.482	
27	33	776705	9851689	46	48	45	46	50	48	42	46.429	32.686	

28	34	776773	9852225	70	66	72	68	73	68	70	69.571	48.978
29	35	776812	9852169	72	70	70	70	74	72	68	70.857	49.883
30	37	776839	9852031	72	70	74	70	72	68	66	70.286	49.481
31	40	776792	9851650	54	56	48	50	58	42	48	50.857	35.803
32	41	776813	9851712	62	64	62	56	51	35	50	54.286	38.217
33	42	777172	9851293	66	62	70	68	55	38	59	59.714	42.039
34	43	777402	9851130	60	58	64	58	52	35	49	53.714	37.815
35	44	777336	9851191	68	62	69	62	44	32	58	56.429	39.726
36	51	777142	9851244	40	38	70	50	52	47	57	50.571	35.602
37	52	777102	9851224	68	62	69	54	51	45	56	57.857	40.731
38	55	777036	9851160	50	48	54	56	50	45	45	49.714	34.999
39	63	777049	9851068	38	36	43	44	40	39	30	38.571	27.154
40	64	777078	9851078	44	44	47	46	48	40	36	43.571	30.674
41	65	777015	9851067	42	38	45	44	46	39	36	41.429	29.166
42	68	777056	9851027	34	32	35	32	32	30	20	30.714	21.623
43	69	777063	9851001	32	32	34	34	34	31	30	32.429	22.830
44	70	777044	9850977	32	32	35	34	33	30	29	32.143	22.629
45	71	777070	9850947	38	38	45	44	39	35	33	38.857	27.355
46	77	777095	9850785	32	30	32	30	32	30	26	30.286	21.321
47	78	777103	9850715	30	30	32	32	32	29	28	30.429	21.422
48	79	777116	9850660	32	32	34	34	32	32	30	32.286	22.729
49	82	777123	9850570	28	28	30	30	30	30	29	29.286	20.617
50	83	777160	9850508	34	34	32	32	32	30	28	31.714	22.327
51	85	777170	9850349	30	30	30	32	32	30	28	30.286	21.321
52	87	777204	9850013	34	32	34	32	30	29	28	31.286	22.025
53	89	777062	9850029	58	50	18	56	62	48	45	48.143	33.893
54	92	776961	9850473	48	40	53	46	48	49	48	47.429	33.390
55	94	776955	9850679	48	38	50	48	25	38	45	41.714	29.367
56	96	776906	9850218	70	56	73	72	76	70	68	69.286	48.777
57	97	776868	9850304	72	72	76	74	74	70	73	73.000	51.392
58	99	776789	9850230	70	68	74	74	75	70	72	71.857	50.587
59	100	776826	9850345	70	70	72	74	76	75	68	72.143	50.789
60	101	776644	9850499	72	70	74	72	72	70	48	68.286	48.073
61	103	776995	9850024	62	62	62	62	62	64	61	62.143	43.749
62	104	776956	9849987	62	62	61	61	63	63	62	62.000	43.648
63	105	777088	9849883	34	32	34	32	33	33	33	33.000	23.232
64	106	777052	9849908	26	26	27	26	27	24	27	26.143	18.405
65	109	776368	9850046	56	18	58	56	59	20	57	46.286	32.585
66	111	776333	9850155	18	18	18	16	14	19	18	17.286	12.169
67	112	776279	9850180	58	56	60	56	43	60	60	56.143	39.525
68	114	776173	9850260	44	44	43	46	43	60	43	46.143	32.485
69	115	776170	9850361	14	14	20	16	14	14	14	15.143	10.661

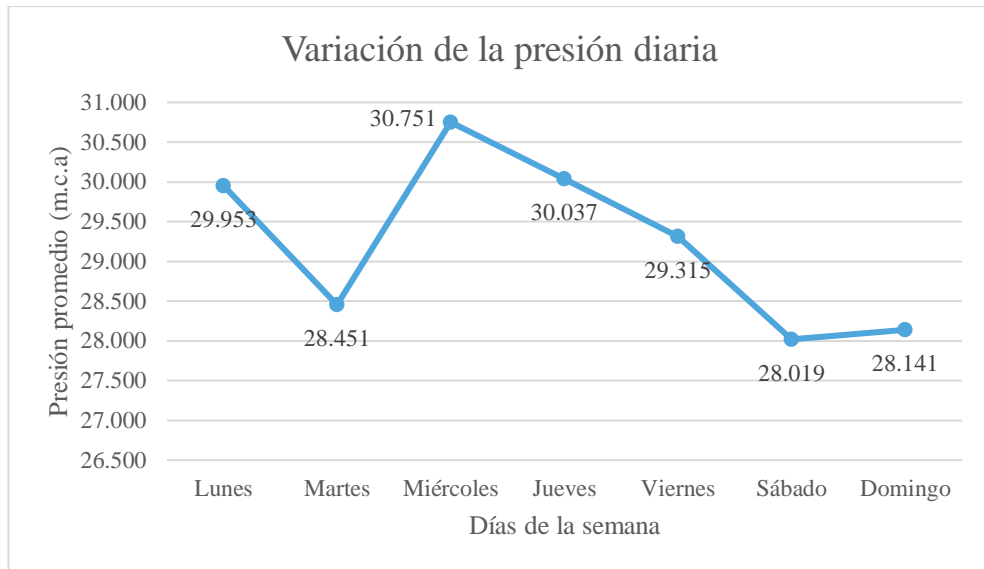
70	117	775898	9850521	36	32	43	32	32	40	38	36.143	25.445
71	118	775619	9851000	50	48	52	48	42	44	48	47.429	33.390
72	119	775672	9851020	56	54	59	58	57	42	52	54.000	38.016
73	120	775711	9851036	48	46	64	58	15	56	57	49.143	34.597
74	122	775622	9851177	44	44	44	46	40	47	47	44.571	31.378
75	125	775607	9851231	34	32	35	34	36	34	36	34.429	24.238
Presión Promedio				42.54	40.41	43.68	42.66	41.64	39.80	39.97	PSI	
				29.95	28.45	30.75	30.03	29.31	28.01	28.14	m.c.a	
Varianza				296.2	270.6	336.6	289.1	292.3	258.9	296.1		
Desviación Estándar				17.21	16.45	18.34	17.00	17.10	16.09	17.20		
Coefficiente de variación				40.46 %	40.71 %	42.00 %	39.85 %	41.07 %	40.43 %	43.05 %		
Mediana				40	38	43	44	40	38	40		
Presión promedio del sector				41.531							PSI	
				29.238							m.c.a	

Realizado por Autor

La norma INEN 1680 determina que para los sistemas de abastecimiento de agua potable la presión recomendada con la que debe llegar el agua a las diferentes unidades sanitarias de estar como mínimo en 10 m.c.a y 60 m.c.a [20]. Al analizar la Tabla 6, se puede observar la variación de las presiones de cada día de la semana y el promedio por medidor de la presión teniendo así que la mínima es de 0.805 m.c.a del medidor 23, que se encuentra muy por debajo de lo establecido por la norma y la máxima es de 51.392 m.c.a del medidor 97, que está dentro del rango permitido por la norma. Al igual que el medidor 23, el número 18 se encuentra por debajo de lo establecido en la norma con un valor de 9.051 m.c.a. y los medidores 22, 24, 29, 30, 31, 32, 111, 115 tienen valores muy cercanos al límite mínimo permitido. Además, el promedio de la presión del sector es de 29.238 m.c.a lo que indica que la presión en general del sector está en el rango permitido.

Para mejorar la interpretación de los resultados, la Figura 12 representa gráficamente la variación de la presión promedio para cada día de la semana.

Figura 12. Variación de la presión promedio diaria del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

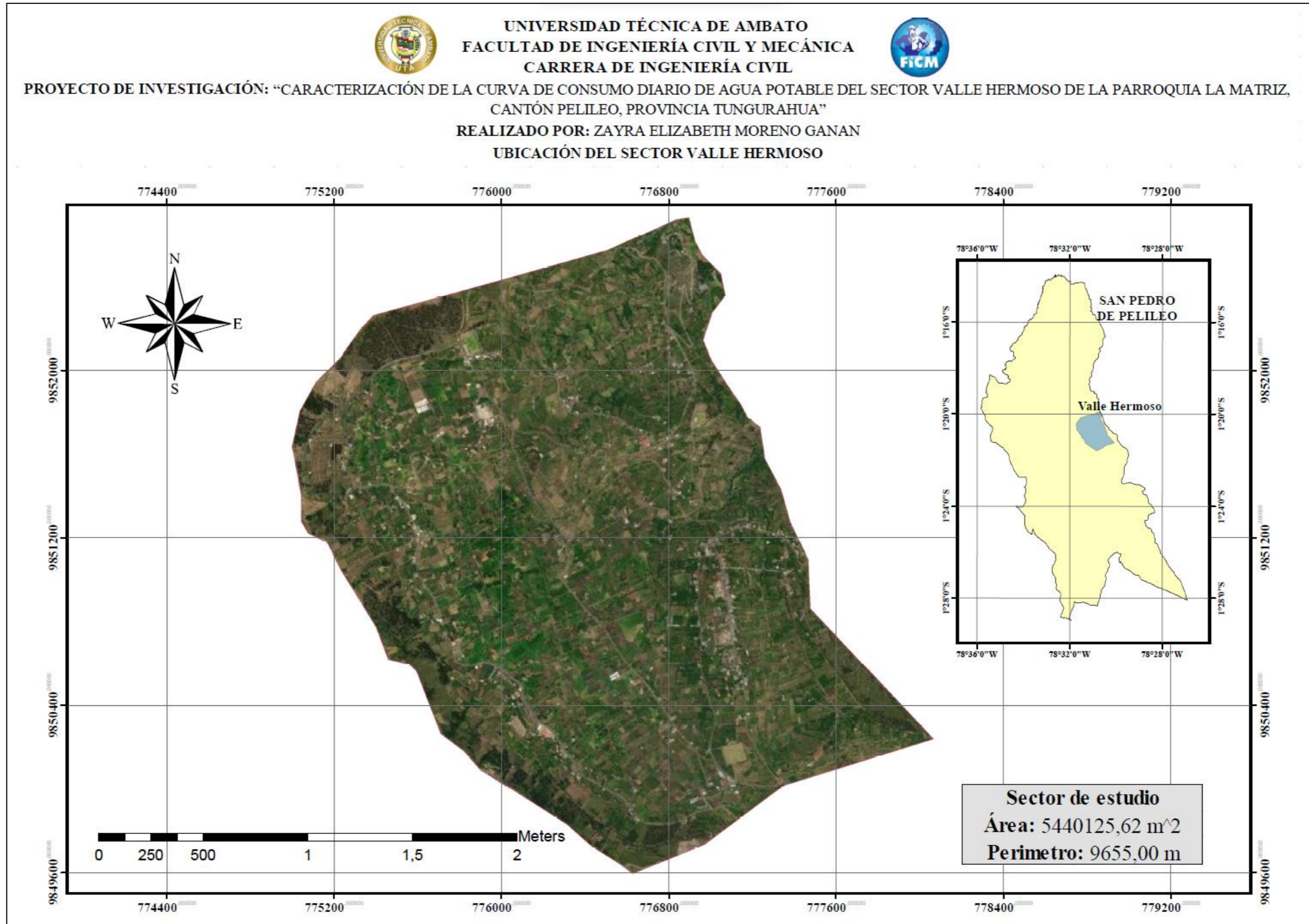
Como se puede observar en la Figura 12, la mayor presión de agua corresponde al día miércoles con un valor de 30.751 m.c.a y la menor presión es del día sábado con un valor de 28.019 m.c.a, lo que nos indica que los promedios por cada día de la semana se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma.

3.1.2. Fase 2: Levantamiento de la zona de estudio

Se proceso los datos obtenidos en la primera fase en el software GIS, como se puede apreciar en la Figura 13, indica la ubicación y delimitación del sector de estudio, el mismo que tiene un área de 5440125.62 metros cuadrados.

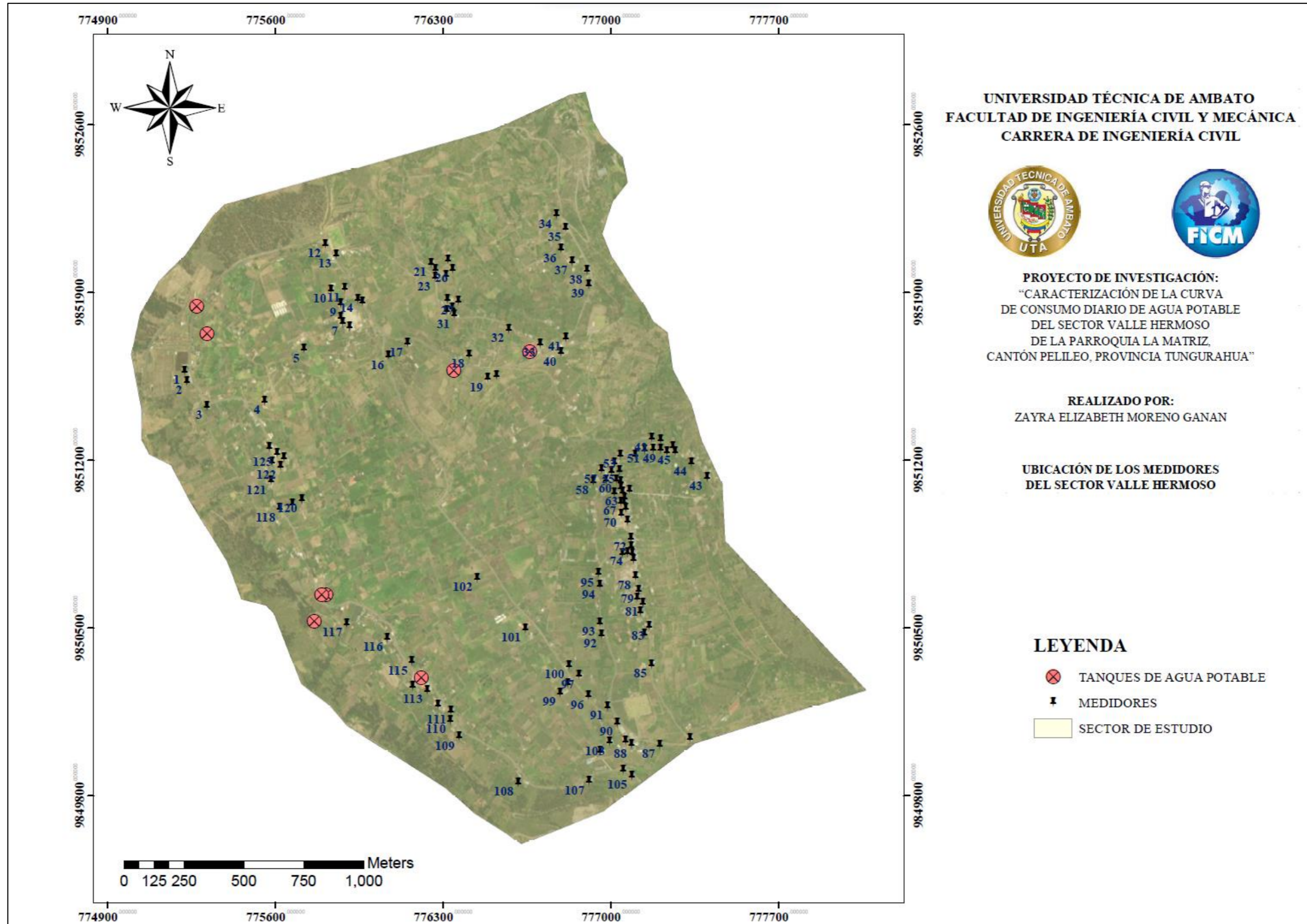
La Figura 14, muestra la ubicación de cada una de las residencias en las que se realizó las mediciones siendo un total de 126 distribuidas en todo el sector y los 8 tanques de almacenamiento y distribución de agua potable.

Figura 13. Delimitación del sector Valle Hermoso.



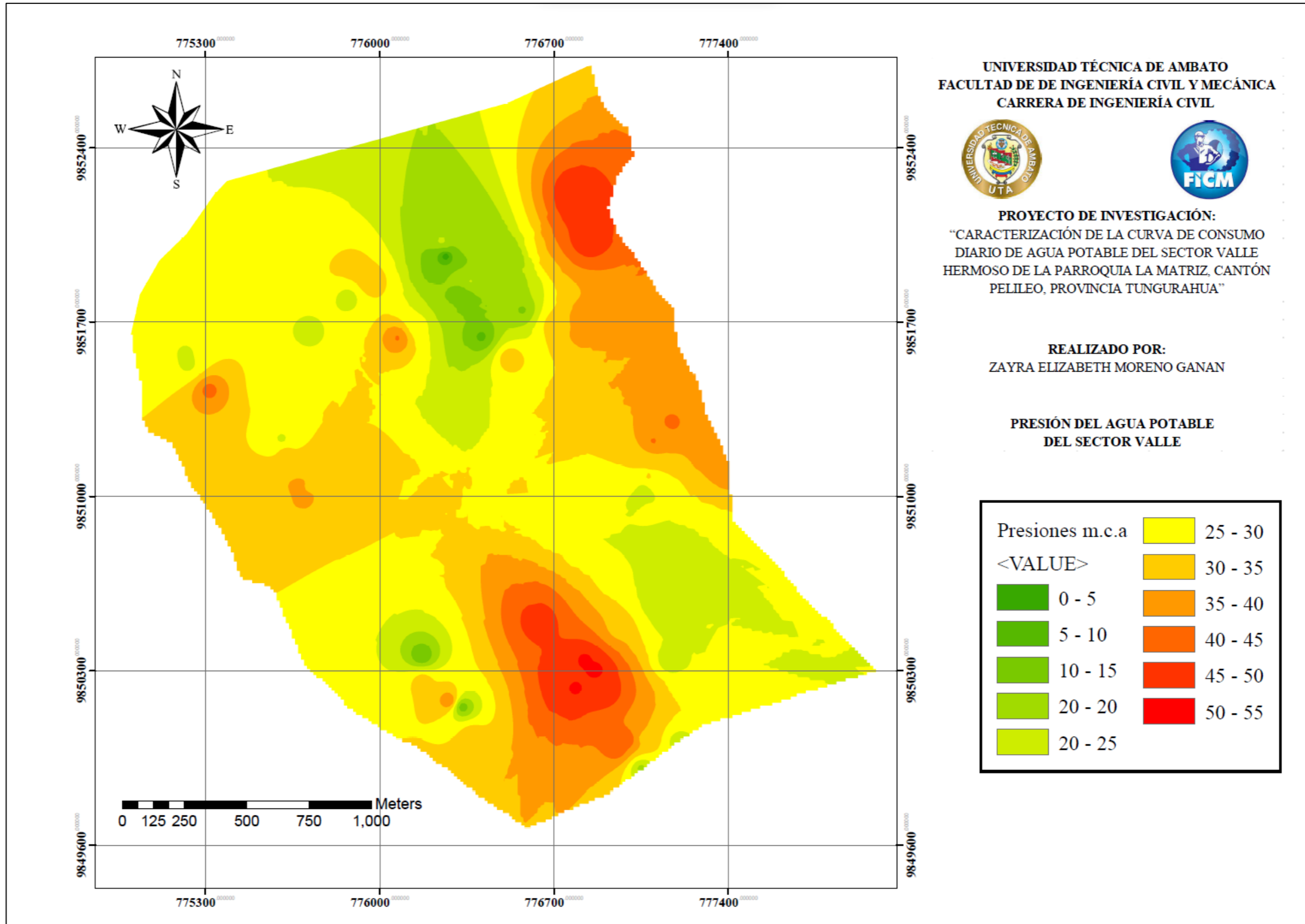
Realizado por Autor

Figura 14. Georreferenciación de las residencias seleccionadas.



Realizado por Autor

Figura 15. Rango de presiones del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

Como se muestra en la Figura 15, con los resultados obtenidos de las presiones del sector indicados en la Tabla 6, se procedió a interpolar estos valores para poder tener una estimación de las presiones en el sector y no solo de la muestra con la que se trabajó. El color verde indica que está en un rango más bajo de 0 a 5 m.c.a, el amarillo está en un rango intermedio de 25 a 30 m.c.a y el rojo valores máximos entre 50 a 55 m.c.a., Además, como se puede observar en la figura 14, el medidor 23 tiene la mínima presión estando en la identificación de color verde por encontrarse a 4 metros de diferencia nivel que el tanque de distribución y el medidor 97 tiene el valor máximo de presión estando en la identificación de color rojo ya que se encuentra a 65 metros de diferencia de nivel con el tanque de distribución.

3.1.3. Fase 3: Determinación del consumo per cápita y curvas de consumo

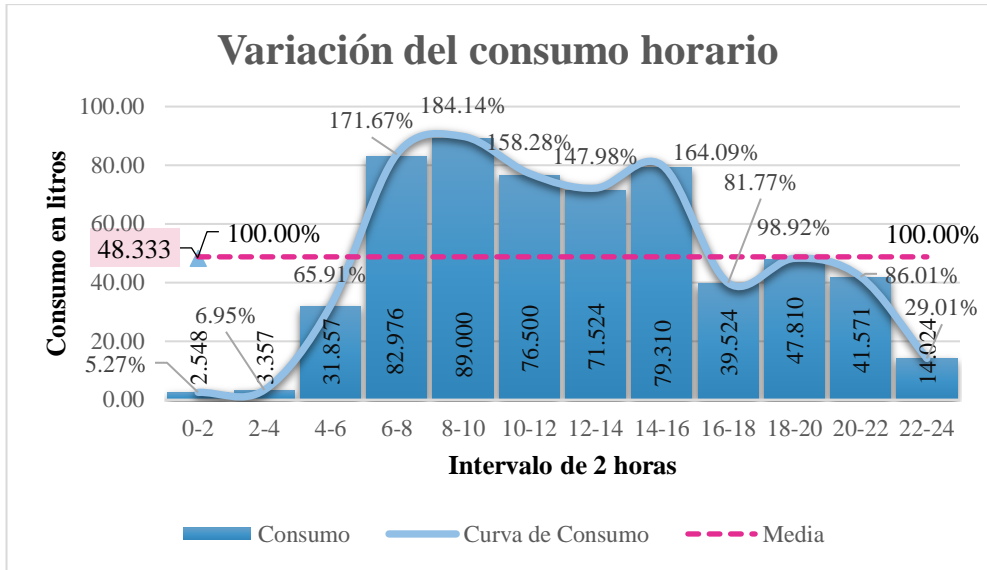
Debido a que el consumo de agua no es uniforme como se muestra en los resultados de la primera fase, por lo que es necesario caracterizar los patrones de consumo y su tendencia en el paso del tiempo, esta información ayudara en el diseño, regulación y manteamiento de los actuales y futuros sistemas de abastecimiento de agua en el sector.

3.1.3.1. Patrones de consumo horario

Se utilizaron los datos registrados durante los 7 días para el consumo horario y se establecieron diversos parámetros como el valor consumido en intervalos de 2, 3 y 4 horas, valor máximo y mínimo, valor promedio y porcentaje de volumen consumido por hora con respecto al promedio de los intervalos. Al igual que en el consumo horario se trabajó para las viviendas residenciales y recreacionales.

- En las viviendas residenciales se obtuvo los siguientes resultados:

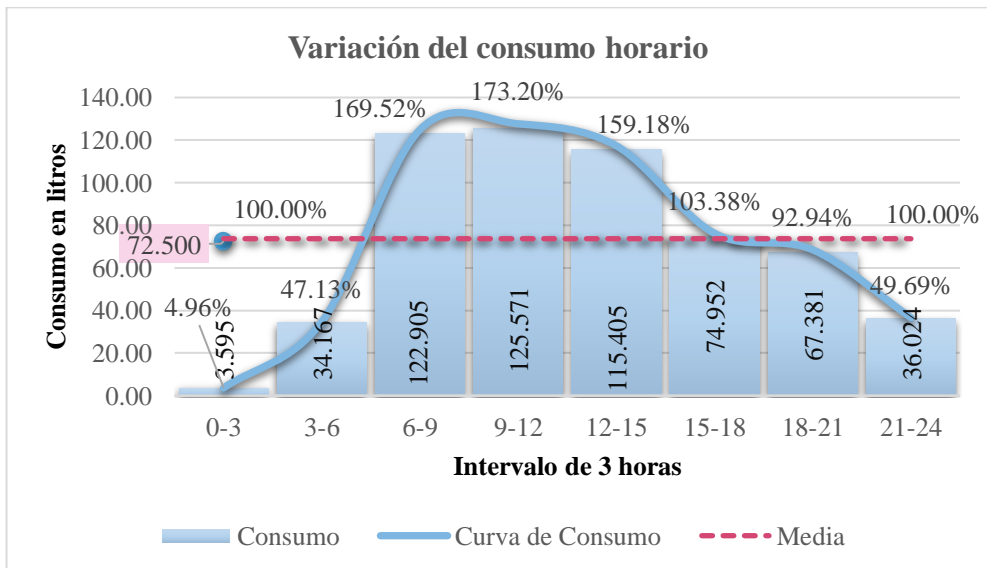
Figura 16. Variación de consumo horario en residencias (2 hrs) del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

Como se muestra en la Figura 16, el patrón de consumo horario en el intervalo de dos horas el máximo consumo es de 184.14% que se da de las 8:00 a las 10:00 horas con respecto al valor promedio de 48.333 litros y el menor es de 5.27% entre las 0:00 y las 2:00 horas.

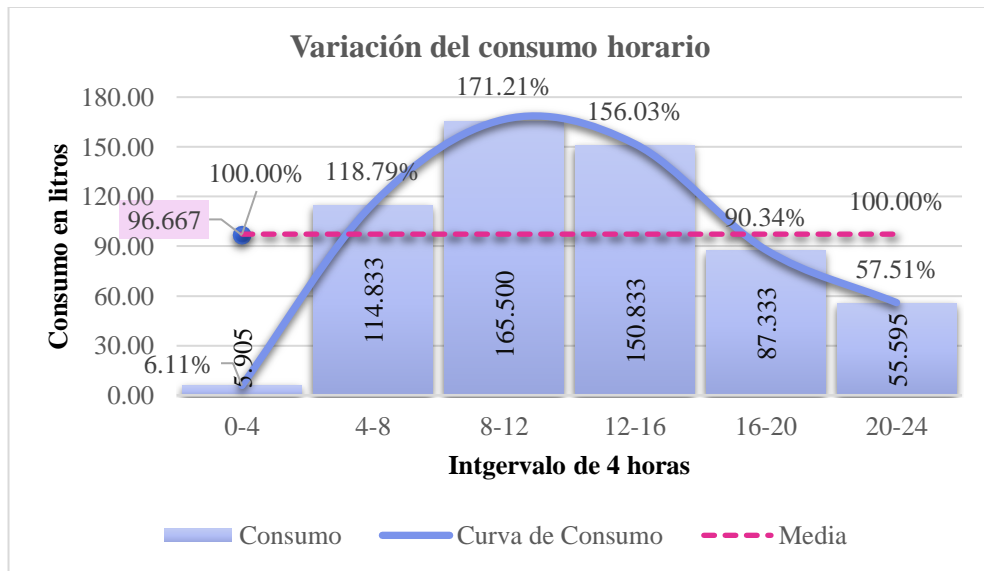
Figura 17. Variación de consumo horario en residencias (3 hrs) del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

La figura 17, indica que el patrón de consumo horario en el intervalo de tres horas el máximo consumo es de 173.20% que se da de las 9:00 a las 12:00 horas con respecto al valor promedio de 72.50 litros y el menor es de 4.96% entre las 0:00 y las 3:00 horas

Figura 18. Variación de consumo horario en residencias (4 hrs) del sector Valle Hermoso.



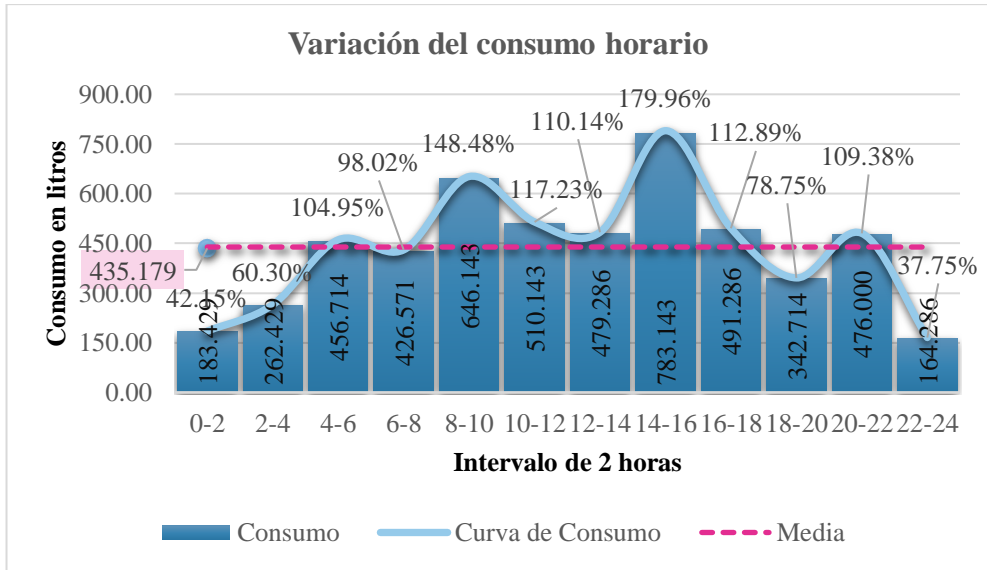
Realizado por Autor

En la Figura 18, se muestra el patrón de consumo horario en el intervalo de cuatro horas el máximo consumo es de 171.21% que se da de las 8:00 a las 12:00 con respecto al promedio de 96.667 litros y el menor es de 6.11% entre las 0:00 y las 4:00 horas.

De acuerdo con la media que se identifica en las figuras 16, 17 y 18 en los intervalos 2, 3 y 4 en viviendas residenciales el consumo de agua inicia a las 4:00 y termina a las 20:00 horas por tener los consumos mayores y más cercanos al 100%.

- En las viviendas recreacionales se obtuvo los siguientes resultados:

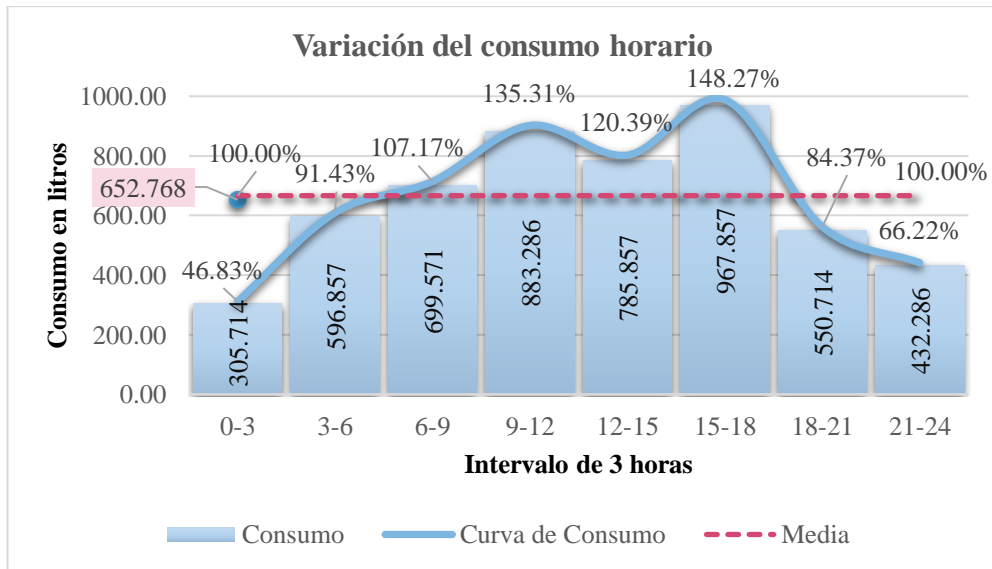
Figura 19. Variación de consumo horario en viviendas recreacionales (2 hrs) del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

Como se muestra en la Figura 19, el patrón de consumo horario en el intervalo de dos horas el máximo consumo es de 179.96% que se da de las 14:00 a las 16:00 horas con respecto al valor promedio de 435.179 litros y el menor es de 37.75% entre las 22:00 y las 24:00 horas.

Figura 20. Variación de consumo horario en viviendas recreacionales (3 hrs) del sector Valle Hermoso.

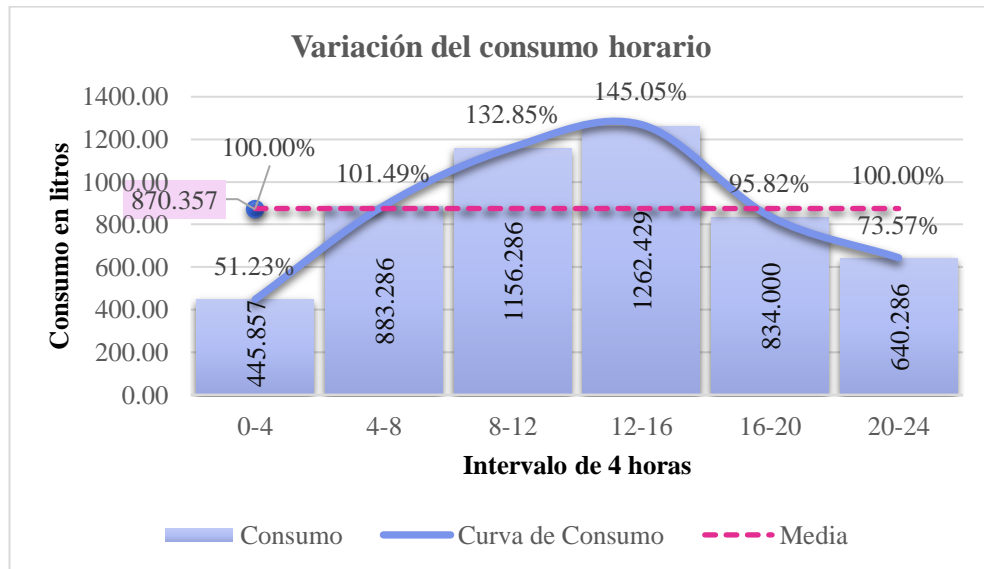


Realizado por Autor

La figura 20, indica que el patrón de consumo horario en el intervalo de tres horas el máximo consumo es de 148.27% que se da de las 15:00 a las 18:00 horas con respecto

al valor promedio de 652.768 litros y el menor es de 46.83% entre las 0:00 y las 3:00 horas

Figura 21. Variación de consumo horario en viviendas recreacionales (4 hrs) del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

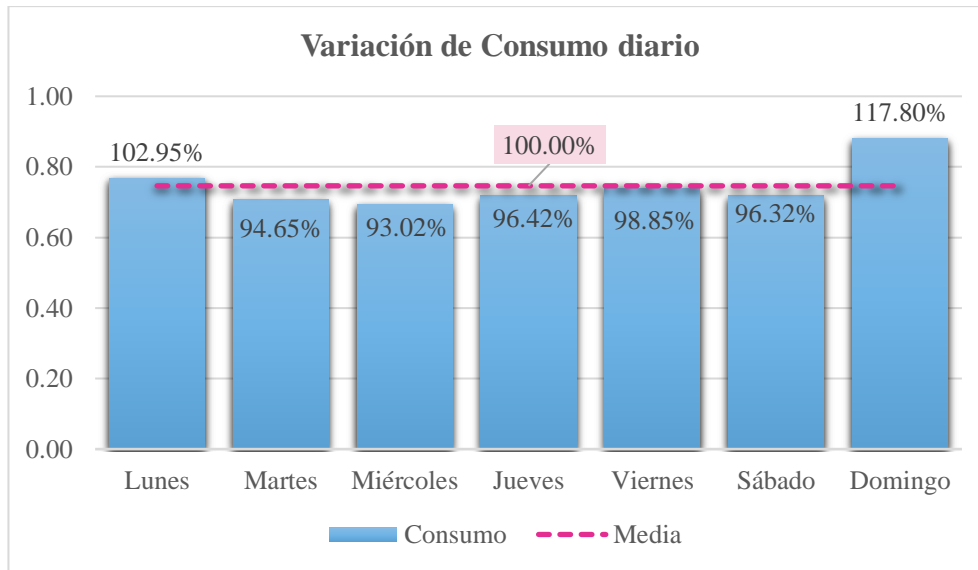
En la Figura 21, se muestra el patrón de consumo horario en el intervalo de cuatro horas el máximo consumo es de 145.05% que se da de las 12:00 a las 16:00 con respecto al promedio de 870.357 litros y el menor es de 51.23% entre las 0:00 y las 4:00 horas.

De acuerdo con la media que se identifica en las figuras 19, 20 y 21 en los intervalos 2, 3 y 4 en viviendas recreacionales el consumo de agua inicia a las 2:00 y termina a las 22:00 horas por tener los consumos mayores y más cercanos al 100%.

3.1.3.2. Patrones de consumo diario

Para la determinación de los patrones de consumo diario se utilizaron los datos del consumo promedio de cada día con su respectivo porcentaje con respecto a la media calculada.

Figura 22. Variación del consumo diario del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor



Al analizar la Figura 22, se aprecia la variación del consumo diario es casi uniforme al no presentar mayor diferencia en el valor máximo y mínimo, siendo el máximo consumo de 0.878 m³/día con un valor porcentual de 117.80% con respecto a la media y el mínimo es de 0.693 m³/día con un porcentaje de 93.02%. Además, el día domingo presentan un consumo mayor a la media debido a que este día es cuando descansan de su trabajo y en las viviendas recreacionales reciben más usuarios y el día lunes sobrepasa el promedio con un valor no muy elevado, por otra parte, los días martes, miércoles, jueves, viernes y sábado tienen consumos menores a la media y esto se debe a que los habitantes salen a trabajar en los cultivos.

3.1.3.3. Consumo per-cápita

La determinación del consumo per-cápita es necesario porque nos indica el comportamiento del consumo de cada usuario en el sector, considerando que esto depende de varios factores como el clima, la calidad del servicio, las actividades económicas y culturales, etc. Además de ser uno de los principales criterios para la evaluación, diseño y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento y distribución de agua potable.

Para establecer este consumo se basó en el número de habitantes permanentes de cada una de las viviendas estudiadas con el fin de establecer el consumo per-cápita promedio por vivienda

Tabla 7. Consumo per-cápita del sector valle Hermoso.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”										
REALIZADO POR: ZAYRA ELIZABETH MORENO GANAN										
VALORES DE CONSUMO PER - CÁPITA POR MEDIDOR										
Id. Medidor	Número de usuarios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio (m ³ /día)	Consumo Per-cápita (lt/hab/día)
1	3	0.155	0.131	0.146	0.117	0.152	0.108	0.124	0.133	44
2	7	0.358	0.507	0.371	0.276	0.376	0.420	0.412	0.389	56
3	2	0.715	0.520	0.546	0.400	0.388	0.352	0.617	0.505	253
4	5	0.661	0.519	0.454	0.352	0.545	0.286	0.604	0.489	98
5	3	0.306	0.368	0.457	0.253	0.360	0.465	0.605	0.402	134
6	7	2.146	1.503	1.127	1.269	1.140	1.223	1.905	1.473	210
7	3	1.027	0.668	0.743	1.198	0.992	1.190	1.069	0.984	328
8	6	1.463	0.912	0.846	0.976	1.286	1.205	1.208	1.128	188
9	2	0.302	0.354	0.459	0.386	0.696	0.407	0.317	0.417	209
10	3	1.708	1.280	1.103	1.984	1.669	2.316	2.026	1.726	575
11	5	0.961	0.929	0.618	0.709	0.643	0.567	0.790	0.745	149
12	4	0.495	0.476	1.190	0.764	0.640	0.642	0.824	0.719	180
13	4	0.799	0.914	0.733	1.315	0.963	1.154	0.804	0.955	239
14	2	0.235	0.239	0.254	0.209	0.266	0.197	0.344	0.249	125
15	7	1.185	1.248	0.708	0.767	0.945	0.865	1.228	0.992	142
16	2	0.453	0.432	0.432	0.235	0.232	0.257	0.229	0.324	162
17	5	0.649	0.630	0.548	0.590	0.673	0.709	0.901	0.671	134
18	4	0.305	0.159	0.288	0.463	0.346	0.240	0.840	0.377	94
19	4	0.807	1.129	0.935	1.032	1.363	0.872	0.833	0.996	249
20	1	0.485	0.256	0.337	0.359	0.263	0.362	0.690	0.393	393
21	3	0.535	0.254	0.316	0.423	1.079	0.741	1.313	0.666	222
22	1	0.111	0.107	0.246	0.018	0.032	0.037	0.381	0.133	133
23	3	0.631	0.632	0.513	0.349	0.520	0.334	0.420	0.486	162
24	2	0.073	0.137	0.129	0.141	0.101	0.036	0.042	0.094	47
25	3	0.449	0.305	0.695	0.647	0.578	0.336	0.998	0.573	191

26	3	0.608	0.372	0.453	0.447	0.643	0.456	0.321	0.472	157
27	2	0.175	0.348	0.234	0.239	0.391	0.457	0.741	0.369	185
28	4	0.433	0.326	0.533	0.420	0.409	0.369	0.420	0.416	104
29	6	0.780	0.657	0.681	0.646	0.479	0.535	0.834	0.659	110
30	6	0.365	0.163	0.350	0.454	0.622	0.350	0.370	0.382	64
31	4	0.609	0.698	0.506	0.562	0.621	0.616	1.102	0.673	168
32	2	0.181	0.166	0.186	0.282	0.224	0.162	0.208	0.201	101
33	6	1.513	1.534	1.656	1.559	1.342	1.475	1.274	1.479	246
34	3	0.621	0.542	0.545	0.621	0.506	0.547	0.864	0.607	202
35	4	0.799	0.783	0.805	0.617	0.570	0.855	0.848	0.754	188
36	3	0.181	0.292	0.391	0.249	0.327	0.387	0.206	0.290	97
37	2	0.342	0.168	0.222	0.231	0.275	0.272	0.372	0.269	134
38	2	0.331	0.320	0.428	0.977	0.317	0.396	0.374	0.449	225
39	4	1.287	0.981	1.247	0.617	1.357	1.254	1.278	1.146	286
40	4	0.517	0.466	0.561	0.570	0.926	0.746	0.786	0.653	163
41	3	1.189	0.974	0.909	0.824	0.941	1.041	1.292	1.024	341
42	4	0.790	0.665	0.613	0.912	0.612	0.676	0.718	0.712	178
43	4	1.380	0.990	1.012	0.849	1.049	1.059	1.225	1.081	270
44	2	0.160	1.577	0.304	0.204	0.226	0.242	0.068	0.397	199
45	2	0.391	0.465	0.361	0.294	0.188	0.320	0.349	0.338	169
46	7	1.041	0.478	0.507	0.784	0.615	0.608	0.707	0.677	97
47	4	0.765	0.492	0.476	0.363	0.388	0.383	1.037	0.558	139
48	10	1.652	1.555	1.631	2.150	1.732	1.934	1.849	1.786	179
49	1	0.035	0.016	0.028	0.037	0.020	0.039	0.032	0.029	29
50	1	0.032	0.032	0.027	0.017	0.013	0.009	0.013	0.020	20
51	10	1.167	1.000	1.286	1.000	1.500	1.333	1.833	1.303	130
52	5	0.742	0.941	1.006	0.991	0.601	0.616	0.851	0.821	164
53	5	1.052	1.002	0.911	0.951	1.141	0.968	1.076	1.015	203
54	4	0.768	0.631	0.579	0.872	0.907	0.717	1.287	0.823	206
55	5	1.582	1.267	1.491	1.402	2.345	2.012	1.702	1.686	337
56	2	0.351	0.125	0.185	0.125	0.167	0.258	0.261	0.210	105
57	2	0.614	0.367	0.526	0.986	0.673	0.437	0.640	0.606	303
58	3	0.357	0.330	0.424	0.370	0.531	1.115	0.746	0.553	184
59	4	1.130	1.412	1.371	1.467	1.483	1.513	1.779	1.451	363
60	2	0.667	0.621	0.649	0.716	0.509	0.584	0.924	0.667	334
61	4	0.942	0.880	1.118	1.095	0.901	1.186	3.157	1.325	331
62	5	1.546	1.097	1.535	1.085	1.425	1.123	1.500	1.330	266
63	5	1.272	1.076	1.223	1.465	1.258	1.034	1.178	1.215	243
64	3	0.496	0.657	0.538	0.813	0.881	0.691	0.584	0.666	222
65	5	0.909	0.998	0.705	0.718	0.638	0.493	0.508	0.710	142
66	3	0.537	0.550	1.182	1.499	0.651	0.604	0.494	0.788	263
67	3	0.933	0.714	0.843	0.883	1.250	0.950	0.817	0.913	304

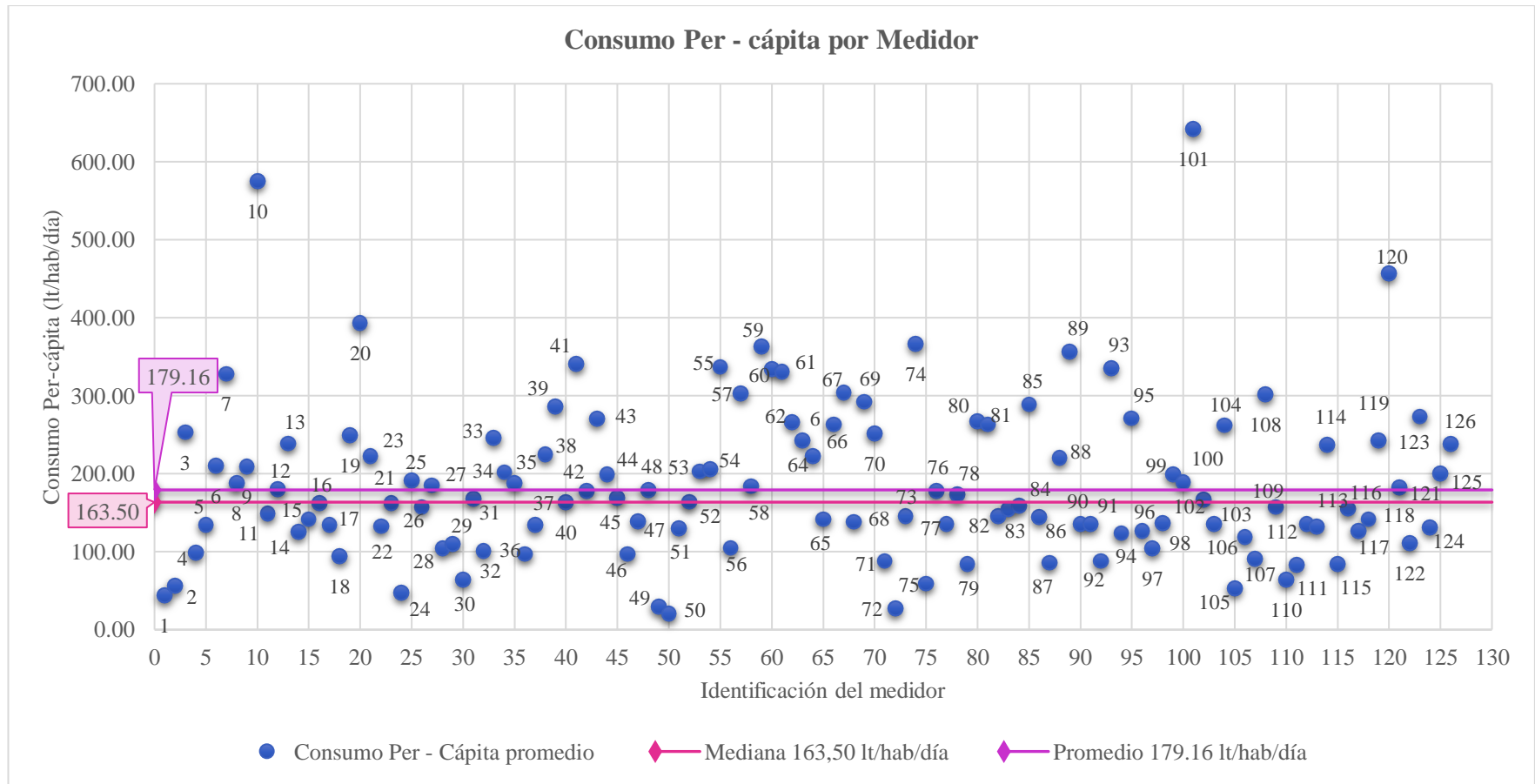
68	2	0.288	0.289	0.331	0.172	0.228	0.248	0.383	0.277	138
69	6	1.405	2.657	1.667	1.656	1.954	1.431	1.475	1.749	292
70	2	0.431	0.606	0.720	0.469	0.337	0.405	0.543	0.502	251
71	1	0.088	0.101	0.074	0.090	0.098	0.091	0.078	0.088	88
72	1	0.024	0.044	0.026	0.037	0.021	0.026	0.012	0.027	27
73	8	1.285	1.298	1.106	1.439	0.899	0.823	1.260	1.158	145
74	7	2.431	2.133	2.520	2.270	2.533	2.857	3.198	2.563	366
75	1	0.073	0.046	0.059	0.070	0.064	0.050	0.052	0.059	59
76	4	0.716	0.503	0.522	0.955	0.813	0.689	0.780	0.711	178
77	4	0.430	0.518	0.572	0.445	0.513	0.480	0.831	0.541	135
78	4	1.324	0.548	0.486	0.613	0.513	0.563	0.784	0.690	173
79	4	0.280	0.192	0.185	0.502	0.548	0.361	0.276	0.335	84
80	3	0.717	0.757	0.629	0.833	0.750	0.717	1.200	0.800	267
81	4	1.083	0.929	0.857	1.167	0.917	1.167	1.250	1.053	263
82	5	0.911	0.864	0.767	0.824	0.554	0.571	0.621	0.730	146
83	4	0.474	0.654	0.513	0.612	0.875	0.556	0.623	0.615	154
84	3	0.610	0.304	0.410	0.320	0.276	0.303	1.125	0.478	159
85	4	0.983	1.114	1.143	1.350	0.950	1.167	1.383	1.156	289
86	2	0.160	0.338	0.287	0.324	0.330	0.234	0.338	0.287	144
87	6	0.625	0.530	0.551	0.402	0.573	0.395	0.553	0.519	86
88	2	0.363	0.315	0.416	0.355	0.531	0.480	0.622	0.440	220
89	3	0.872	0.897	1.035	1.164	1.179	1.199	1.140	1.069	356
90	4	0.631	0.609	0.451	0.519	0.536	0.521	0.520	0.541	135
91	5	0.879	0.631	0.455	0.616	0.706	0.658	0.765	0.673	135
92	5	0.447	0.457	0.670	0.353	0.396	0.314	0.439	0.440	88
93	3	1.216	1.287	0.898	0.926	0.814	0.728	1.157	1.004	335
94	20	3.294	1.979	1.809	2.272	2.615	2.279	3.088	2.477	124
95	4	1.061	0.948	0.839	1.116	1.009	0.774	1.848	1.085	271
96	3	0.463	1.127	0.248	0.159	0.420	0.199	0.055	0.382	127
97	4	0.582	0.401	0.369	0.400	0.350	0.373	0.426	0.414	104
98	7	1.336	0.634	1.027	0.650	0.693	1.155	1.205	0.957	137
99	5	1.061	0.863	0.880	0.719	1.138	1.037	1.275	0.996	199
100	4	1.033	0.606	0.630	0.638	0.619	0.579	1.189	0.756	189
101	8	5.801	5.472	5.317	4.573	4.887	5.140	4.761	5.136	642
102	5	0.667	0.857	1.143	0.917	0.750	0.833	0.667	0.833	167
103	4	0.579	0.641	0.584	0.452	0.498	0.478	0.565	0.542	136
104	3	0.935	0.718	0.497	0.869	0.756	0.795	0.936	0.787	262
105	4	0.119	0.228	0.427	0.334	0.187	0.085	0.114	0.213	53
106	4	0.450	0.185	0.296	0.432	0.512	0.851	0.609	0.476	119
107	4	0.383	0.317	0.348	0.455	0.487	0.257	0.306	0.365	91
108	3	0.992	0.744	0.514	1.181	0.793	1.208	0.919	0.907	302
109	3	0.373	0.671	0.683	0.237	0.663	0.290	0.382	0.471	157

110	6	0.117	0.103	0.183	0.694	0.628	0.123	0.853	0.386	64
111	5	0.332	0.342	0.430	0.360	0.449	0.386	0.609	0.416	83
112	5	0.553	0.614	0.684	0.451	0.633	0.573	1.251	0.680	136
113	5	0.555	0.438	0.718	0.611	0.749	0.651	0.886	0.658	132
114	4	1.068	1.227	0.713	0.627	0.775	1.010	1.209	0.947	237
115	1	0.063	0.151	0.025	0.008	0.080	0.141	0.122	0.084	84
116	6	0.585	0.867	0.549	0.947	0.887	1.228	1.454	0.931	155
117	3	0.340	0.259	0.537	0.416	0.454	0.353	0.281	0.377	126
118	4	0.438	0.448	0.454	0.461	0.800	0.605	0.765	0.567	142
119	1	0.201	0.331	0.145	0.267	0.204	0.254	0.302	0.243	243
120	4	1.962	1.856	1.668	1.710	1.890	1.709	2.011	1.829	457
121	4	0.397	0.816	1.333	0.753	0.552	0.870	0.377	0.728	182
122	7	0.947	1.035	0.644	0.861	0.468	0.512	0.949	0.774	111
123	2	0.528	0.163	0.164	0.173	0.625	0.754	1.418	0.546	273
124	3	0.639	0.317	0.238	0.343	0.282	0.383	0.548	0.393	131
125	4	0.913	0.736	0.894	0.740	0.648	0.821	0.849	0.800	200
126	3	0.926	0.858	0.598	0.660	0.539	0.596	0.828	0.715	238
Consumo promedio por día		0.767	0.706	0.693	0.719	0.737	0.718	0.878	m³/día	
Promedio de habitantes		3.992							hab/viv	
Promedio del sector		0.678							m³/día	
		179.16							lt/hab/día	
Mediana		163.50							lt/hab/día	

Realizado por Autor

De acuerdo la Tabla 7, en el promedio per-cápita se excluyó los valores de las viviendas recreacionales que son los medidores 10, 94, 101 y 120 por ser muy dispersos, ya que este consumo depende del número de usuarios que visiten el lugar y no representa el consumo frecuente del sector, siendo así el promedio es de 179.16 lt/hab/día y la mediana es de 163.50 lt/hab/día. Además, el máximo de habitantes por vivienda recreacional es de 20 y el mínimo es de 3. En viviendas residenciales el máximo de habitantes es de 10 y el mínimo es de 1, teniendo así un promedio en el sector de 3.992, es decir 4 habitantes por vivienda.

Figura 23. Consumo per-cápita por medidor del sector Valle Hermoso.



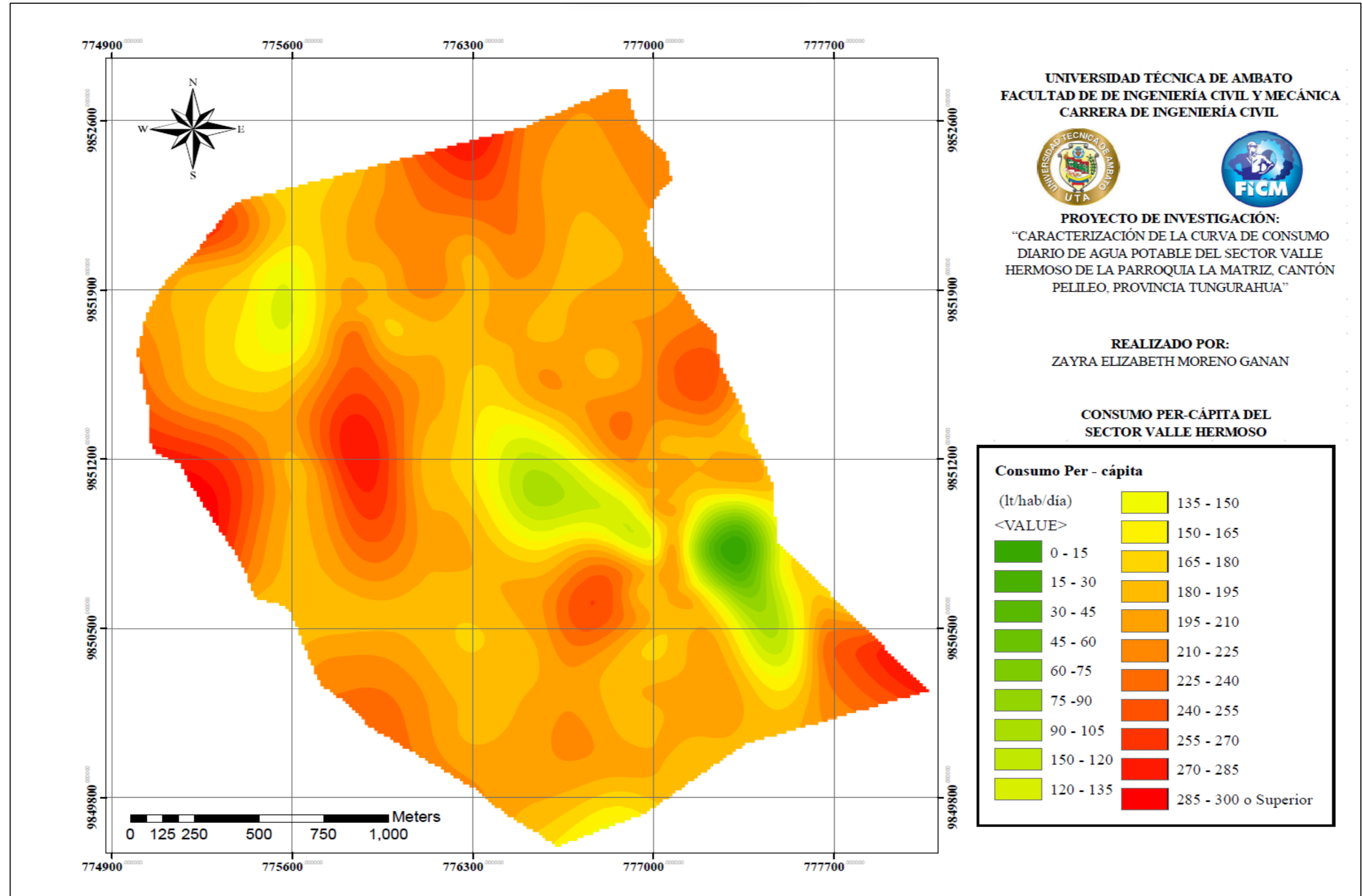
Realizado por Autor

La Figura 23, muestra la dispersión de los consumos per-cápita y se idéntica que el mayor consumo en las viviendas recreacionales está en el medidor 101 con un valor de 642 lt/hab/día y en las viviendas residenciales está en el medidor 20 con un valor de 393 lt/hab/día.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1. recomienda dotaciones en base a del número de habitantes y el clima del lugar, en este caso el sector Valle Hermoso al tener una población menor a 5000 habitantes y un clima templado, está sugiere un valor de 130 a 160 lt/hab/día. Esto nos indica que el promedio per-cápita por medidor del sector está fuera del rango, por lo que podemos deducir que la normativa no presenta valores reales de consumo de acuerdo con los parámetros establecidos.

Para facilitar el análisis de resultados para el sector se estableció una base de datos georreferenciados del consumo per-cápita, para de esta forma realizar una interpolación lineal de la totalidad del sector a partir de los datos conocidos, dando como resultado lo mostrado en la Figura 24, en la que se indica que los valores mínimos están de color verde, los máximos en color rojo y el color naranja muestra los valores entre la media y el promedio, siendo estos valores los que resaltan en todo el sector.

Figura 24. Interpolación consumo per-cápita del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

3.1.3.4. Consumo futuro

Establecer el consumo futuro del sector es necesario para una gestión sostenible y eficiente del agua potable, asegurando el suministro y abastecimiento suficiente y equitativo a todos los usuarios actuales y futuros.

Para la determinación de este consumo se realizó la extrapolación de consumos medios diarios establecidos en la primera fase con dos métodos estadísticos obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8. Valores promediales del consumo futuro del sector Valle Hermoso.

Método de Gumbel		Método de Pearson III				Valor promedio (m ³ /día)	Consumo Per-cápita lt/hab/día		
Período de retorno	P %	Yp %	Consumo futuro (m ³ /día)	Período de retorno	P %			Ø	Consumo futuro (m ³ /día)
2	50.00%	0.37	0.730	2	50.00%	-0.27	0.720	0.725	181.19
5	20.00%	1.50	0.818	5	20.00%	0.64	0.809	0.814	203.42
10	10.00%	2.25	0.876	10	10.00%	1.30	0.875	0.875	218.87
20	5.00%	2.97	0.932	20	5.00%	1.96	0.939	0.936	233.96
30	3.33%	3.38	0.965	30	3.33%	2.34	0.977	0.971	242.73

Realizado por Autor

Al analizar la Tabla 8, se puede apreciar el consumo futuro para cada periodo de retorno, en este caso se determinó:

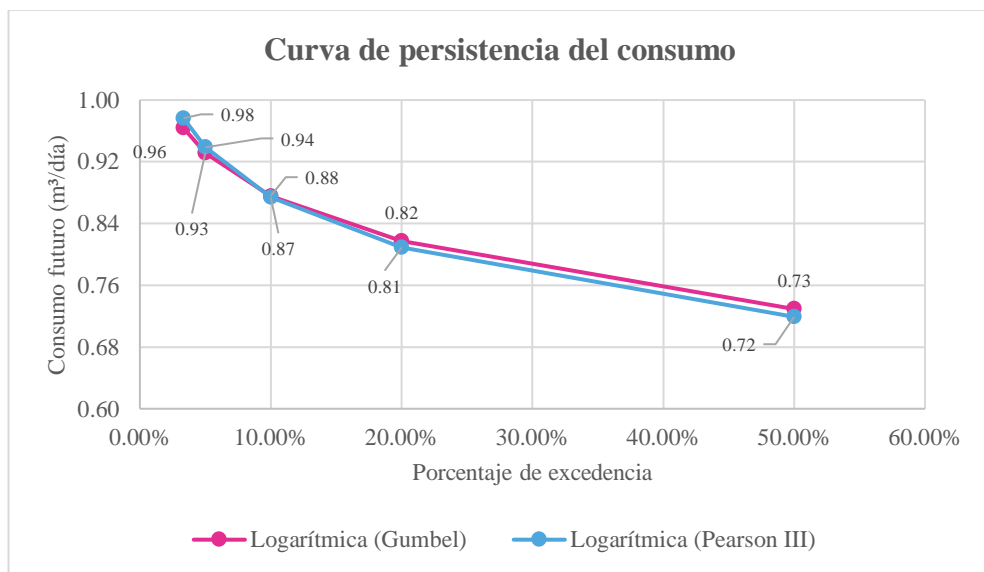
- Para 2 años se determinó 0.730 m³/día por el método Gumbel modificado y 0.720 m³/día por el método de Pearson III con una probabilidad de excedencia del 50%.
- Para 5 años 0.818 m³/día por el método Gumbel modificado y 0.809 m³/día por el método de Pearson III con una probabilidad de excedencia del 20%.
- Para 10 años 0.876 m³/día por el método Gumbel modificado y 0.875 m³/día por el método de Pearson III con una probabilidad de excedencia del 10%.
- Para 20 años 0.932 m³/día por el método Gumbel modificado y 0.936 m³/día por el método de Pearson III con una probabilidad de excedencia del 5%.

- Finalmente, para 30 años 0.965 m³/día por el método Gumbel modificado y 0.971 m³/día por el método de Pearson III con una probabilidad de excedencia del 3.33%.

Además, se determinó el consumo promedio futuro igual a 0.725, 0.814, 0.875, 0.936, 0.971 metros cúbicos de acuerdo con cada periodo de retorno, con estos valores se obtuvo el consumo futuro per-cápita de 181.19, 203.42, 218.87, 233.96 y 242.73 lt/hab/día respectivamente. Estos valores promedios se los realizó por que los resultados del consumo futuro de acuerdo con cada método estadístico utilizado reflejan resultados cercanos en los periodos de retorno establecidos.

Para una mejor interpretación la Figura 25, muestra el comportamiento del consumo a futuro del sector estudiado, donde se puede observar la extrapolación respectiva para los periodos de retorno establecidos, mostrando una simultaneidad entre los dos métodos estadísticos lo que nos indica la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 25. Curva de persistencia del consumo en el sector Valle Hermoso.

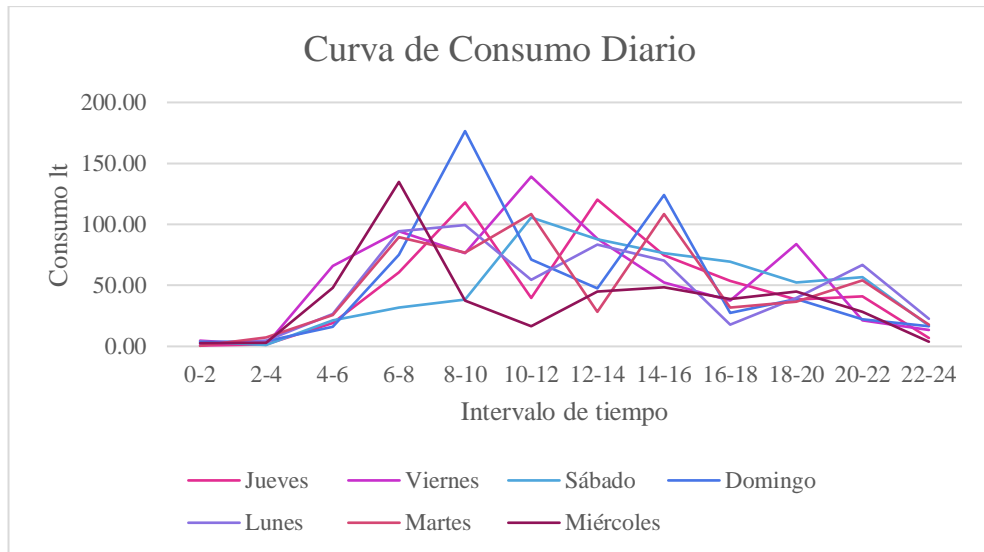


Realizado por Autor

3.1.3.5. Curva de consumo

Una vez ya procesada e interpretada la información con todos los resultados expuestos en cada fase se determinó la curva de consumo promedio por cada día del sector Valle Hermoso que se representa en la Figura 26, misma que muestra que el mayor consumo diario se presenta desde 6:00 hasta las 12:00 horas.

Figura 26. Curva de consumo diario del sector Valle Hermoso.



Realizado por Autor

3.2. Verificación de hipótesis

3.2.1. Hipótesis

El clima templado del Sector de Valle Hermoso de la parroquia la Matriz, Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua indica mayor consumo de agua potable que lo establecido por la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1.

3.2.2. Validación de la hipótesis

Luego de realizar el análisis e interpretación de cada uno de los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación, la hipótesis planteada resulta ser verdadera, ya que el consumo promedio de litros por habitante por día está fuera del rango establecido por la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Los patrones de consumo diario establecieron que para la población del sector Valle Hermoso el mayor consumo de agua potable es los días domingo con un valor de 0.878 m³/día, debido a que es un día de descanso para los habitantes del sector que en su gran mayoría pasan en casa y en las viviendas recreacionales tiene más aforo de visita este día por las diferentes actividades que ofrecen a los propios y turistas.
- Mediante las mediciones del consumo horario se estableció que en las viviendas residenciales el mayor consumo se presenta entre las 10:00 horas a las 12:00 horas, por otro lado, en las viviendas recreacionales se identificó las horas de mayor consumo entre las 14:00 horas y las 16:00 horas del día.
- Se determinó que la presión promedio del sistema de abastecimiento de agua potable es de 29.238 m.c.a, este valor se encuentra dentro del rango de 10 a 60 m.c.a establecido en la INEN 1680, por lo que se concluye que la presión es eficiente para abastecer las necesidades de la población del sector de Valle Hermoso.
- Los resultados obtenidos de la presión y el consumo per-cápita para cada vivienda seleccionada fueron georreferenciados y para un análisis de comportamiento dentro del todo el sector Valle Hermoso se optó por interpolar estos datos con el fin de simplificar la interpretación de los resultados.
- Se determinó que el consumo per-cápita del sector Valle Hermoso es de 179.16 lt/hab/día, lo que representa que el consumo sobrepasa el rango de 130 a 160 lt/hab/día recomendado por la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda que para este tipo de proyecto de investigación se lo realice en los meses en los que no haya muchos periodos de descanso por feriados nacionales o en intervalos más extensos, para que los datos obtenidos en campo

muestren resultados más exactos del consumo de agua potable de los sectores de estudio.

- Para el registro de información del consumo horario a través de la instalación de cámaras se recomienda que los medidores sean seleccionados de acuerdo con criterios similares como el número usuarios, unidades sanitarias y tipo de vivienda para que los resultados sean lo más representativos posibles y no exista mucha dispersión de valores.
- En investigaciones similares futuras, se debería recolectar mayor cantidad de características hidráulicas como el caudal, diámetro de las tuberías, red de distribución y representarlos en el software GIS para mejor entendimiento de la información recolectada y el funcionamiento del sistema de abastecimiento en el sector.

MATERIAL DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] Mejía L., «“Caracterización de la Curva de Consumo de Agua Potable de los sectores La Cocha Y El Loreto del catón Latacunga”», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [2] Tzatchkov V. G. y Alcocer-Yamanaka V. H., «Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos», *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(3), 115-133., 2016.
- [3] L. A. Bazán *et al.*, «Uso de Big Data para la caracterización del consumo de agua potable en centros educativos de España».
- [4] A. León, «Patrones de consumo doméstico de agua: primer resultado en la Empresa Aguas de La Habana», vol. XL, n.º 1, pp. 3-16, 2019.
- [5] Socarrás O. R., «“Determinación de las Curvas de Consumos Clasificados en Clientes Residenciales de un Sector de la Empresa Aguas de La Habana”», Tesis de Maestría, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae), La Haba, Cuba, 2015.
- [6] Martínez J. y Beltrán J., «Análisis de la influencia de la temperatura en el comportamiento de la dotación neta residencial a partir de datos de consumo de la dotación neta residencial a partir de datos de consumo de agua en Colombia agua en Colombia», Tesis, Universidad de la Salle , Bogotá, 2018.
- [7] Duek Alicia, El Kassisse Yanina, y Reale Marisol, «Demanda de agua por parte del sector poblacional y escenarios de uso sostenible en Mendoza, Argentina». Accedido: 26 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5258/525871894007/html/>
- [8] A. Arellano, A. Bayas, A. Meneses, y T. Castillo, «Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes», *Novasinerгия*, ISSN 2631-2654, vol. 1, n.º 1, pp. 23-32, jun. 2018, doi: 10.37135/UNACH.NS.001.01.03.

- [9] S. Eras, «RELACIÓN ENTRE LAS FUGAS DE AGUA Y CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR RESIDENCIAL», Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2019.
- [10] Huaquisto S. y Chambilla I., «ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO », *ISSN 2518-4431*, vol. 19, jun. 2019.
- [11] Portillo E., «Importancia de la implementación de los Sistemas de Información Geográfica en la Ingeniería Civil para la Planeación Urbanística de asentamientos en la ciudad Bogotá.», Universidad Militar Nueva Granada , Bogotá, 2021.
- [12] «Tablas tamaño muestral - www.estudiosmercado.com». Accedido: 11 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.estudiosmercado.com/tablas-tamano-muestral/>
- [13] «POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO». Accedido: 7 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- [14] «Repositorio UDGVirtual: Tamaño de muestra paso a paso». Accedido: 7 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2802>
- [15] «Método de Gumbel – CIDHMA Capacitaciones». Accedido: 6 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cidhma.edu.pe/metodo-de-gumbel/>
- [16] «(23) Distribución Gumbel Máxima (Excel - Fácil) - YouTube». Accedido: 7 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=FjygsSbkURE>
- [17] «Vista de Ajuste de la distribución bog-Pearson tipo III por medio de optimización numérica no restringida». Accedido: 6 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/911/pdf_1

- [18] «(23) Distribución Pearson 3 Parámetros - Excel (Fácil) - YouTube». Accedido: 7 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=L-GYffZSdJ8>
- [19] «CPE INEN 005-9-1: Código Ecuatoriano de la construcción C.E.C.» Accedido: 7 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/4963692/cpe-inen-005-9-1--c%C3%B3digo-ecuatoriano-de-la-construcci%C3%B3n-c...>
- [20] Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, «URBANIZACIÓN. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE». 1998.

Anexos

ANEXO A: Fotografías

	
<p>Sector Valle Hermoso</p>	<p>Identificación del sector</p>
	
<p>Realización de encuestas</p>	<p>Registro del consumo diario</p>
	
<p>Instalación de cámaras</p>	<p>Registro de la presión</p>

ANEXO C: Consumo Horario en intervalo de 2 horas de las viviendas residenciales

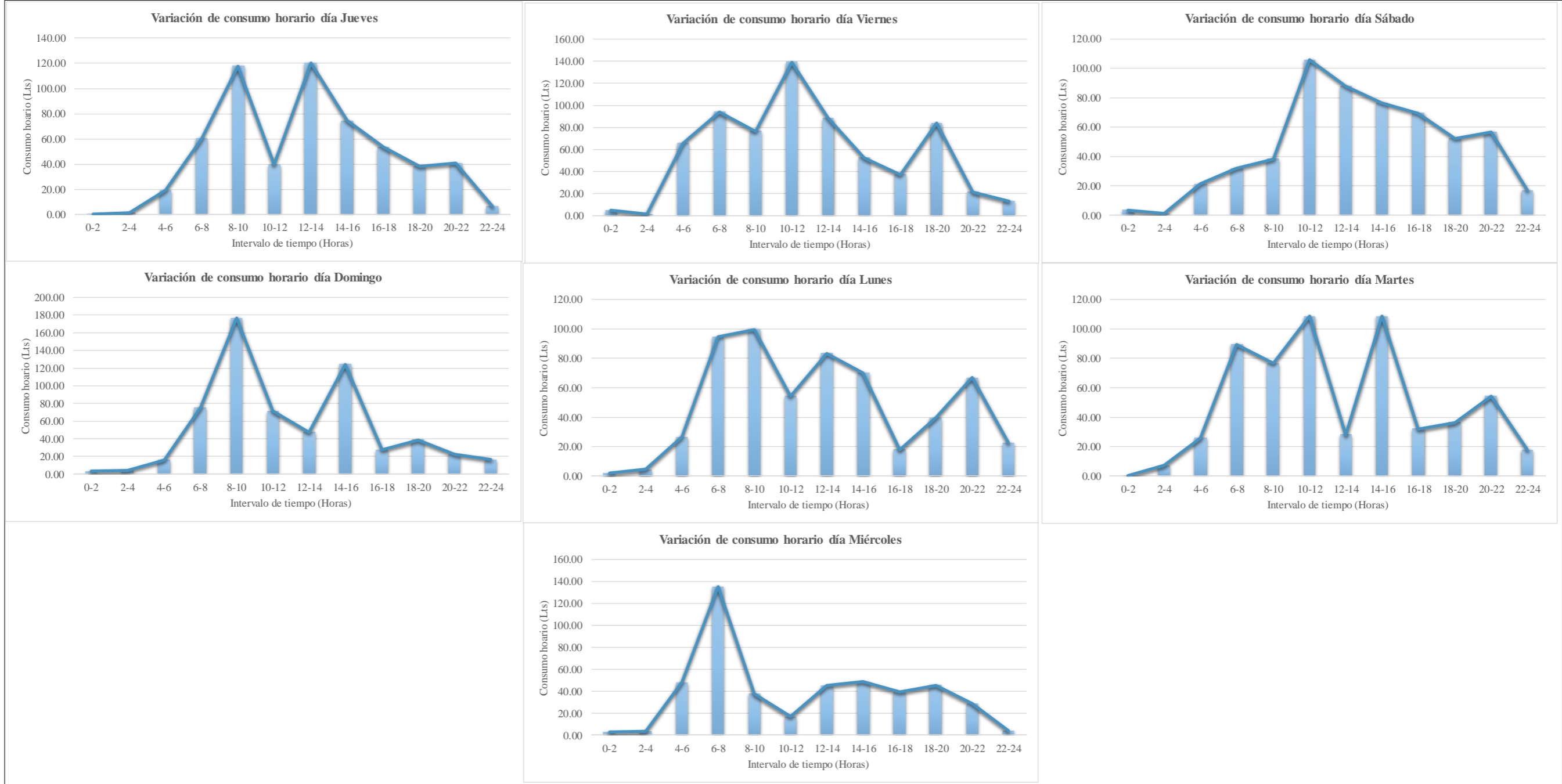


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”

REALIZADO POR: ZAYRA ELIZABETH MORENO GANAN
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS



ANEXO D: Consumo Horario en intervalo de 2 horas de las viviendas recreacionales



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR VALLE HERMOSO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

REALIZADO POR: ZAYRA ELIZABETH MORENO GANAN
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS

