

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES REALES DE
VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO (K1) Y HORARIO (K2)
PARA MEJORAR FUTUROS DISEÑOS DE OBRAS DE
SANEAMIENTO DEL SUB SECTOR 24 DE LA CIUDAD DE
TACNA”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. DIEGO RICARDO LLANOS LIENDO

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES REALES DE VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) PARA MEJORAR FUTUROS DISEÑOS DE OBRAS DE SANEAMIENTO DEL SUB SECTOR 24 DE LA CIUDAD DE TACNA”

Tesis sustentada y aprobada el 03 de junio del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTA : Msc. Alexander Nicolas Vilcanqui Alarcón

SECRETARIO : Mtro. Uliánov Farfán Kehuarucho

VOCAL : Mag. Yvan Manuel Arosquipa Nina

ASESOR : Mtro. César Julio Cruz Espinoza

Declaración Jurada de Originalidad

Yo, Diego Ricardo Llanos Liendo, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI .71276292:

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: “DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES REALES DE VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) PARA MEJORAR FUTUROS DISEÑOS DE OBRAS DE SANEAMIENTO DEL SUB SECTOR 24 DE LA CIUDAD DE TACNA” la misma que presento para optar: EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

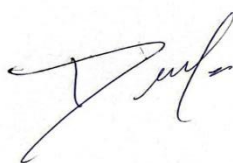
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 03 de junio del 2021



Diego Ricardo Llanos Liendo
DNI N.º 71276292

Dedicatoria

El presente trabajo de tesis la dedico a mis padres Augusto Llanos y Teresa Liendo que con su cuidado, cariño y responsabilidad me formaron desde niño para que llegue a ser un profesional.

A mi hermana y sobrino, por su comprensión, amor y apoyo incondicional, colaboraron durante el presente trabajo de investigación

A mi abuela Margarita, que con su amor y apoyo colaboro cuanto pudo en mi formación como estudiante

Diego Ricardo Llanos Liendo

Agradecimiento

Expreso mi agradecimiento a todos los docentes de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna, por contribuir en mi formación, en especial a mi asesor Mtro. César Julio Cruz Espinoza; por su valiosa colaboración, sus recomendaciones, sugerencias y enseñanzas.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo del proyecto. Asimismo, a todos los que motivaron y cooperaron a dar este paso importante, de invaluable costo por el constante aprender.

ÍNDICE GENERAL

Página de Jurados.....	ii
Declaración Jurada de Originalidad	iii
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPITULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción Del Problema	14
1.2. Formulación Del Problema	20
1.3. Justificación e Importancia.....	20
1.4. Objetivos	21
1.5. Hipótesis.....	21
CAPITULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes del Estudio	23
2.2. Bases teóricas	26
2.3. Definición de términos	47
CAPITULO III.....	51
MARCO METODOLÓGICO.....	51
3.1. Tipo y Nivel de la investigación.....	51
3.2. Población y/o Muestra de Estudio.....	52
3.3. Operacionalización de variables	52
3.4. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	53
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	59
CAPITULO IV	67
RESULTADOS	67
4.1. Criterios Utilizados Para Determinar Los Coeficientes De Variación Diaria Y Horaria	67
4.2. Metodología De Cálculo De Los Coeficientes De Variación Diaria Y Horaria	

4.3. Resultados	68
CAPITULO V	76
DISCUSIÓN.....	76
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud de tubería en el Sub Sector 24	19
Tabla 2. Dotación.....	26
Tabla 3. Periodos de diseño	28
Tabla 4. Asignación máxima de consumo.....	30
Tabla 5. Promedio de Consumo	31
Tabla 6. Número de conexiones	54
Tabla 7. Registro de Continuidad del Sub sector 24	63
Tabla 8. Registro de Presiones del Sector 7, Sub sector 24 - 2016	63
Tabla 9. Registro de Presiones del Sector 7, Sub sector 24 - 2015	64
Tabla 10. Caudal Promedio Diario – Sub Sector 24 – Año 2018 – 2019.....	70
Tabla 11. Caudal máximo Diario – Sub Sector 24- Año 2018 - 2019	73
Tabla 12. Cuadro de Uso de Factores K1 y K2 en la región de Tacna.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tacna	16
Figura 2. Ubicación del sub sector operacional 24.....	17
Figura 3. Sector 7 Operacional de la ciudad de Tacna - 2000.....	18
Figura 4. Coeficiente de variación diaria	33
Figura 5. Coeficiente de variación horaria.....	35
Figura 6. Tipos de redes de distribución	47
Figura 7. Reservorio R11	54
Figura 8. Entrevistas a la población	56
Figura 9. Consumo de las asociaciones de vivienda del sub sector 24.....	57
Figura 10. Trazo de la red de tubería principal de agua potable	61
Figura 11. Esquema de Abastecimiento de la ciudad de Tacna.....	62
Figura 12. Diagrama de flujo de la metodología.....	66
Figura 13. Caudal Promedio Diario – Sub Sector 24 – Año 2018 – 2019.....	72
Figura 14. Caudal Máximo Diario – Sub Sector 24 – Año 2018 – 2019.....	74

RESUMEN

Para la determinación de los caudales máximos diarios y caudales máximo-horarios se encuentran afectados por los coeficientes K1 y K2 debidamente, estos coeficientes son tomados de la Norma OS.100 (consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria) del Reglamento Nacional de Edificaciones, los cuales son 1.3 para el coeficiente de variación diaria K1, y 1.8 – 2.5 para el coeficiente de variación horaria K2, aun así, estos no son los necesarios a la realidad de la población. El objetivo del estudio es determinar desde los registros de caudales particulares del área de estudio, los coeficientes de variación Diaria y Horaria para mejorar futuros diseños de obras de saneamiento en el Sub Sector 24 del Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, y comparar con los valores establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones – Obras de Saneamiento.

Para los cálculos de los coeficientes de variación diaria y horaria, se presentó una carta en la EPS TACNA solicitando el reporte de los caudales registrados del Sub Sector 24. Después se empezó a procesar los datos brindados por la EPS TACNA, obteniendo el resultado, el cual fue comparado con los valores que nos da el Reglamento Nacional de Edificaciones y obtener conclusiones que rediman los problemas del trabajo de investigación. Gracias a la información del macro medidor y proceso de información del Sub Sector 24, se determinó el caudal promedio diario anual, el volumen de consumo promedio diario y horario por 365 días contados desde noviembre 2018 a octubre 2019 de este Sub Sector, obteniendo los siguientes valores de coeficientes de variación diaria de 1.35; y variación horaria de 1.84, para la muestra que se estudió.

A juzgar por los “resultados se concluyó lo siguiente, que para el valor de coeficiente de variación diaria $K1 = 1.35$, es semejante a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, mientras que para el valor del coeficiente de variación máximo horario $K2 = 1.84$, se encuentra dentro de lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones donde indica valores de 1.8 a 2.5 para el K2.

Palabras Claves: Sub Sector 24, coeficiente de variación horaria K2, coeficiente de variación diaria K1, caudal promedio diario anual, caudal máximo diario y caudal máximo horario.

ABSTRACT

For the determination of the maximum daily flows and the maximum hourly flows are duly affected by the coefficients K1 and K2, these coefficients are taken from Standard OS.100 (Basic considerations for the design of sanitary infrastructure) of the National Building Regulation, the which are 1.3 for the daily variation coefficient K1, and 1.8 - 2.5 for the hourly variation coefficient K2, even so, these are not necessary for the reality of the population. The objective of the study is to determine from the records of particular flows of the study area, the daily and hourly variation coefficients to improve the future designs of the sanitation works in Sub Sector 24 of the Gregorio Albarracín Lanchipa Distric, and compare with the values established by the National Building Regulations - Sanitation Works.

For the calculations of the daily and hourly coefficients of variation, a letter was sent to the EPS TACNA requesting the report of the registered flows of Sub Sector 24. Subsequently, the data provided by the EPS TACNA began to be processed, obtaining the result, the which was compared with the values that the National Building Regulations give us and obtain conclusions that redeem the problems of the research work. Thanks to the information from the macro meter and information process of Sub Sector 24, the annual average daily flow, the volume of daily and hourly average consumption for 365 days counted from November 2018 to October 2019 of this Sub Sector was determined, obtaining the following values of daily coefficients of variation of 1.35; and hourly variation of 1.84, for the sample studied.

Judging by the results, it was concluded that for the value of the daily variation coefficient $K1 = 1.35$, it is similar to that indicated in the National Building Regulations, while for the value of the maximum hourly variation coefficient $K2 = 1.84$, it is within what is indicated in the National Building Regulations where it indicates values from 1.8 to 2.5 for K2.

Keywords: Sub Sector 24, hourly variation coefficient K2, daily variation coefficient K1, annual mean daily flow, daily maximum flow and hourly maximum flow.

INTRODUCCIÓN

Considerando que solo el 1% del agua total del mundo es agua dulce, es un recurso limitado, por lo cual, debemos saber cómo cuidarla y tratar de mejorar el uso. Por otra parte, el crecimiento de las poblaciones, la contaminación del agua y el aumento de su demanda han disminuido el volumen promedio disponible. Esta racionalización del uso del agua, demanda diseños óptimos de las redes de agua potable. El conocer los coeficientes de variación diario y horario permitirían conocer el consumo real de la zona de estudio.

Teniendo entre algunos antecedentes a Silva (2018) al evaluar y establecer el método óptimo para obtener los coeficientes reales de variación consumo ayudándose del registro de caudales de los macromedidores del sub sector 22 en la ciudad de Tacna y como Delgado y Zorrilla (2018) que evaluaron y determinaron los coeficientes de variación diario y coeficientes de variación horario a través de estadísticas de los caudales y comparándolos con la norma en la ciudad de Pucallpa.

El determinar los coeficientes reales de variación permitirá redistribuir el abastecimiento de agua a zonas con menor horas de servicio, permitiendo elevar la cobertura de agua potable; servirá en estudios económicos, en conocer las tarifas exactas dentro de su área y permitirán conocer las necesidades de agua potable de la población; permitirá que se realicen mejores formulaciones de estudios y expedientes técnicos de infraestructura sanitaria, lo cual lograra un uso optimizado del recurso hídrico que es tan escaso en la región y dará importancia de tener una buena metodología y cálculos de los coeficientes de variación diaria K_1 y horario K_2 , con esta información se podrá formular y planificar nuevos proyectos que pueden tener diseños óptimos basados a la realidad del sub sector.

El presente trabajo de investigación está orientado a determinar los coeficientes reales de variación diaria (K_1) y horaria (K_2) para mejorar el diseño de obras de saneamiento en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna. A su vez busca precisar una metodología, que factores influyen en los valores del K_1 y K_2 y brindar este trabajo investigación a futuros diseños de redes de agua potable y componentes correspondientes.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción Del Problema

El consumo de agua a nivel mundial es muy diferente debido a que está determinado en base a las prácticas de consumo de cada población, de las características y el tipo de vivienda, cantidad de habitantes, estrato social y el área de la vivienda; por lo tanto para toda empresa prestadora del servicio de abastecimiento y distribución de agua potable es de suma importancia conocer la manera en que demandan el servicio los usuarios, la distribución del tiempo, el caudal neto entregado y el rango de caudales en los que se consume la mayor parte del volumen de agua que ha sido entregado, y que sirva de herramienta hacia la toma de decisiones respecto al tema de uso racional del agua y gestión integral.

En el Perú son pocas las obras de saneamiento que incluyen un estudio de coeficientes reales de varios de consumo debido a que no existen muchos, por lo que la mayoría de expedientes técnicos se basan únicamente en los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La ciudad de Tacna se encuentra geográficamente al norte del desierto de Atacama al sur del Perú, siendo el desierto más árido del planeta, lo que conlleva que el recurso hídrico sea limitado, por tanto, la ciudad no cuenta con este recurso para la satisfacción de la demanda de la población, siendo uno de los principales problemas para la Región.

La EPS Tacna S.A. ha realizado en forma constante la actualización de su catastro técnico, realizando sectorizaciones operacionales y mediciones de caudales con la finalidad de bajar su índice de pérdida, lo que ha llevado a optimizar su sistema para evitar las pérdidas tanto de agua como pérdidas económicas. Con esta información se puede contar con datos reales, pudiendo contar con información real de consumos con datos prolongadas recogidas con equipos de medición logrando así datos históricos que nos permita definir coeficientes reales para la zona en estudio.

La zona de estudio se encuentra ubicado en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, donde su cobertura del servicio de agua potable con conexiones

domiciliarias en es de un 87.10 %, considerando la población que habita permanentemente y un 12.90% con piletas públicas.

En sistema de distribución de agua potable del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa cuenta con un sistema integrado por cuatro reservorios, los cuales juntos hacen un total de 7,950 m³ de volumen para distribuir a la población, así mismo cuenta con el abastecimiento de agua subterránea de los pozos de Viñani y según la necesidad puede ser apoyado por el agua potable proviniendo de la Planta de Alto de Lima a través del reservorio R-7.

El Sub Sector 24 es una de las cuatro zonas de presión que pertenece al Sector 7, este es abastecido por el sistema de abastecimiento Viñani y regulado por los reservorios R9 y R11, este sistema abastece todo el Cono Sur actual y futuro.

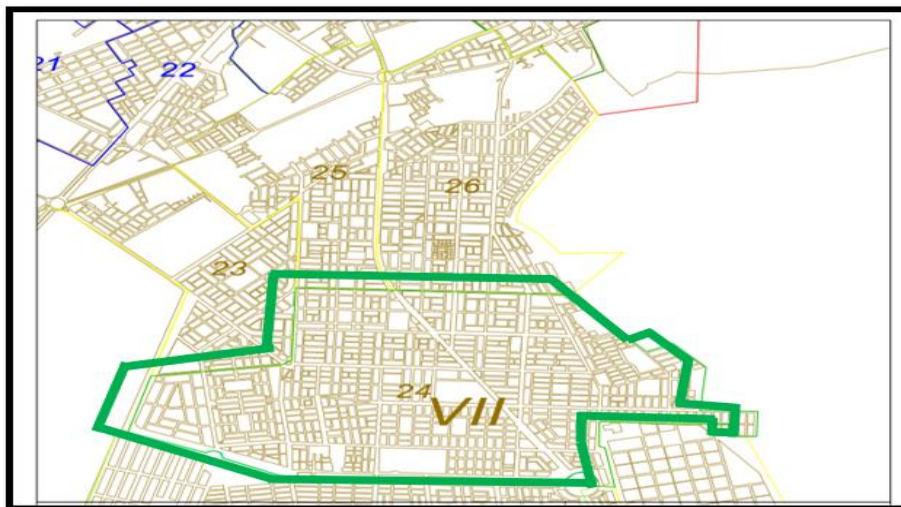
Durante la formulación y planificación de proyectos en el ámbito de saneamiento urbano o rural en nuestro país, tienden a notarse dificultades o problemas durante el proceso de la elaboración del perfil y expediente técnico, específicamente en la parte del diseño de los componentes hidráulicos, esto debido a que no se sabe a ciencia cierta, si los valores utilizados en el reglamento nacional de edificaciones para el diseño de dichos componentes son los idóneos para su aplicación en cada zona de estudio por el simple hecho de que existe diferenciación por las características de cada población y esto pudiese originar que los diseños de los componentes se encuentren sobredimensionados o subdimensionados.

En el diseño para obras de saneamiento, se tiene como base el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma OS.100 “Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria”, en la cual se contempla en el punto 1. Información Básica, 1.5. Variaciones de Consumo coeficientes de variación de consumos máximos diarios K1, en la cual se considera un valor de 1.3 y variación de consumos máximos horario K2, en el cual se considera valores entre 1.8 a 2.5, valores que son utilizados para diseñar estructuras sanitarias como líneas de impulsión, plantas de tratamiento, redes de distribución, entre otros.

Una forma de tratar de solucionar este problema de agua es sincerar los parámetros de diseño de acuerdo a cada zona, ya que, de acuerdo a la ubicación geográfica, su realidad socioeconómica y cultural hacen que el consumo varíe. Al analizar los proyectos presentados para la ampliación y renovaciones de las zonas de abastecimiento en la ciudad de Tacna, la norma no contempla valores reales de consumo lo que lleva a un sobredimensionamiento según la zona de ampliación,

Figura 2

Ubicación del sub sector operacional 24



Nota: EPS Tacna S.A.

En el año 1999 la EPS Tacna junto con el Programa Nacional del Agua Potable y Alcantarillado - PRONAP comenzó con un programa denominado “Mejoramiento Institucional y Operativo – PMIO”, en la cual dentro de sus componentes se encontraba la elaboración del Catastro Técnico y el Manejo del Control Operacional. En la cual se tenía como objetivo la sectorización de la ciudad con la finalidad de mejorar la continuidad e servicio ya que se tenía un promedio de 8 horas.

Dentro de los trabajos a realizar era la sectorización de las redes de acuerdo a las zonas de abastecimiento, realizar el balance hídrico, detección de fugas en las redes, entre otros. Es así que con este Proyecto se logró realizar las siete sectorizaciones y se llegó hasta veinticuatro Sub Sectores.

El concepto de sectorización es la limitación física de una zona de suministro a través de limitaciones físicas que son las válvulas, con la finalidad de controlar los caudales de entrada, salida, presiones, demanda, consumo, calidad de agua y conocer así las posibles pérdidas no visibles de la zona, lo que permite manejar en forma integral el sistema, en donde la base principal del éxito es el catastro técnico. Para esta sectorización operacional se tomó los siguientes criterios:

- Catastro técnico actualizado.

- Definición del punto de ingreso de agua y salida en el caso que el sector se encuentre en una zona central.

- Definición de los límites del sector, para lo cual se procederá al cierre de las válvulas para evitar que exista fuga de agua.

Figura 3

Sector 7 Operacional de la ciudad de Tacna - 2000



Nota: Gerencia de Operaciones – División de Distribución y Recolección

Asimismo, en el Sector VII (Cono Sur) el sistema de abastecimiento era en horario partido en donde la zona ubicada debajo de la actual Av. Municipal se abastecía en horas de la mañana y en la parte superior en horas de la tarde. Debido a que esa zona empezó como una invasión, la planificación del abastecimiento no fue planificada y al existir más población en el transcurso de los años las fuentes de abastecimiento fueron aumentando. El Sub Sector 24 tiene como fuente de abastecimiento es el reservorio R11 ubicado en la EB – 2, por lo cual según la base de agua potable del 2015 este sector cuenta con:

Tabla 1*Longitud de tubería en el Sub Sector 24*

Item	Longitud	Diámetro	Material
1.0	475	12	PVC
2.0	1,784	10	PVC
3.0	6,743	6	PVC
4.0	338	4	PVC

Nota: Base de redes agua potable 2018 – Catastro Técnico - Gerencia de Operaciones

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE en el Título II: Habilitaciones urbanas en su capítulo II.3 según la norma S.050 “Redes de distribución de agua para consumo humano” aprobado por el D.S:Nº 024-2009-VIVIENA, indica que para el diseño de tuberías principales se debe considerar como diámetro mínimo 75 mm (3”) para el uso de vivienda y 150 mm (6”) de diámetro para el uso industrial y en caso excepcional el diámetro mínimo será de 50 mm (2”) con una longitud máximo de 100 metros si tiene una sola alimentación y 200 metros si tiene dos alimentaciones. Asimismo en el OS.100 de Consideraciones básicas de diseño de Infraestructura Sanitaria, en el punto 1 “Información Básica” en el numeral 1.5 “Variaciones de Consumo”, establece que los coeficientes de las variaciones respecto a la demanda diaria es 1.3 y para la demanda horario se encuentra entre el rango de 1.8 a 2.5 criterios claves para el diseño de redes.

Por lo cual, considernado lo indicado en el reglamento y teniendo en cuenta el criterio de delimitación de una sector considerando que ya no tiene expansión urbana, sería beneficioso conocer los valores K1 y K2, los cuales estan estrechamente relacinados con el comportamiento de la población pertenecientes al sector de estudio, ya que con esta información podriamos usar los diametros reales, reducir los costos y optimizar el agua, pero sería necesirio tener en encuesta cuidar los diametros de las tuberías que abastecen a otros sectores.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema Principal

¿Cuáles son los coeficientes reales de variación diaria y horaria que permitan mejorar el diseño de obras de saneamiento del Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cómo se puede determinar una metodología para obtener los valores de los coeficientes de variación diaria y hora en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna?

¿Qué factores son los que influyen en la determinación de los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna?

¿Cuál es la diferencia con lo indicado el Reglamento Nacional de Edificaciones?

1.3. Justificación e Importancia

Con la presente investigación se tendrá como base, la importancia de buena una metodología y los cálculos de los coeficientes de variación diaria K1 y horario K2, con esta información se podrá formular y planificar nuevos proyectos que pueden tener diseños más exactos sin sobredimensionamiento o subdimensionamientos tomando en cuenta las características de la población.

El determinar los coeficientes reales de variación permitirá redistribuir el abastecimiento de agua a zonas con menor horas de servicio, permitiendo elevar la cobertura de agua potable en la ciudad de Tacna. De manera que, en la propuesta se considera que es necesario determinar coeficientes de variación de consumo para mejorar de manera considerable el servicio de agua potable para la población, de manera que sectores que actualmente cuentan con un servicio limitado se vean beneficiados.

La determinación de estos coeficientes es fundamental para precisar los cálculos infraestructuras comprometidas en todo el sistema de redes de agua y de

esta forma realizar diseños óptimos de los componentes que tiene participación. Los coeficientes no solo servirán para el diseño, sino que también servirán en estudios económicos, en conocer las tarifas exactas dentro de su área y permitirán conocer las necesidades de agua potable de la población.

El conocer los coeficientes de variación diaria K1 y horaria K2 a partir de los propios registros del sector, permitirá que se realicen mejores formulaciones de estudios y expedientes técnicos de infraestructura sanitaria, lo cual lograra un uso optimizado del recurso hídrico que es tan escaso en la región.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar los coeficientes reales de variación diaria (K1) y horaria (K2) para mejorar el diseño de obras de saneamiento en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar una metodología para obtener los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.

Determinar los factores que influyen directamente en los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.

Comparar los coeficientes de variación diaria y horaria con los que indica el Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Los coeficientes reales de variación diaria (K1) y horaria (K2) mejoran el diseño de obras de saneamiento en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.

1.5.2. Hipótesis Especifica

La metodología es la correcta para obtener los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna

Existen factores que influyen directamente en los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.

Los coeficientes de la variación diario y horario del Reglamento Nacional de Edificaciones, no son los más óptimos para un futuro diseño.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

Como sostiene Arango (2009) en el cual se determina los coeficientes diarios y horarios a partir de registros estadísticos en el área, para habilitaciones urbanas en Callao y Lima Metropolitana, y de tal manera asegurar la seguridad de los coeficientes, para planificar proyectos de infraestructura con competencia de acuerdo a las necesidades de la población. Para lo cual se empleó registros por medio del sistema “SCADA” a lo largo de los años 2006 y 2007, los cuales fueron seleccionados por sectores y revisados para depurar información incorrecta. Teniendo seccionados todos los sectores se procede a establecer el “volumen promedio diario del año” y el “volumen máximo diario y horario”. Para los coeficientes de variación diaria y horario de 1.15 – 1.64 para el estrato residencial, 1.15 – 1.73 para el estrato medio y 1.29 – 2.2.8 para el estrato popular. A su vez, los resultados que se obtuvieron permitieron determinar que los valores de los coeficientes cambian de acuerdo a los niveles socio-económicos.

Como sostiene Garzón (2014) cuando realiza un estudio sobre el consumo, demanda, caudal, el rango de caudales y la distribución del tiempo en los que se está consumiendo la mayor parte respecto al volumen de agua cedido a un sector, el cual sirve para analizar el uso del agua. Asimismo, es de suma importancia poder tener “curvas características” y “curvas patrón” de consumo reales respecto a cada tipo de usuario, que permitan establecer los “consumos netos reales diarios” estratificación socioeconómica y tipo de uso para cada habitante; así como la precisión en campo de los caudales máximos instantáneos reales de las edificaciones, y también, la comparación con los calculados por medio de diversas metodologías de estimación de caudales probables máximos, los cuales son finalmente utilizados para el dimensionamiento y diseño de redes internas, y hacia la solicitud de ese servicio para los prestadores.

Como sostiene Borbor (2015) en este estudio se pretende optimizar áreas de drenaje en 2 reservorios, y que, realizando una comparación, anteriormente tenía 3 reservorios los cuales estaban elevados. “O de unificar cuencas en el caso de redes de alcantarillado sanitario que antes contaba con siete cámaras de bombeo de

desagüe y que ahora cuente con solo cinco cámaras de bombeo de desagüe, pero que implica buzones de mayor tamaño que dificulta el mantenimiento. Solución que se obtiene mediante un diseño específico en los buzones de mayor altura. Y lo primordial, el correcto procesamiento de datos de campo, para el cálculo de caudales de diseño tanto para redes de agua potable y alcantarillado sanitarios, así también como los sistemas de bombeo para agua como para desagüe, además de los cálculos de los volúmenes de almacenamiento de agua en los reservorios elevados” (Borbor, 2015, p. 6).

Como sostiene Wilson (2016) en esta tesis se tomó dos sistemas de abastecimiento uno el sistema Piura y otro el sistema Vilcanota para lo cual se tomó en forma manual los registros de los caudales de ingreso y salida lo que ayudo a saber los valores reales de los coeficientes de variación diaria $K1$ y el coeficiente de variación horaria $K2$. “El resultado de esta evaluación fue un coeficiente de variación de la demanda diaria de agua potable ($k1$), de 1.236 con una diferencia de 4.92% de variación respecto al establecido por el RNE que es 1.3 y un coeficiente de variación de la demanda horaria de agua potable ($k2$) de 2.063 con una diferencia de 114.61% de variación con el establecido por el RNE que es 1.8. En conclusión, los valores de $K1$ y $K2$ varían respecto a los establecidos por el RNE” (Wilson, 2016, p. 4).

Como sostiene Hoyos & Tuesta (2017) el objetivo es realizar la evaluación y establecer en base a registros de caudales los cuales son propios para la determinación de los coeficientes de variación diaria y horaria respecto a obras de saneamiento en la ciudad Pucallpa y realizar una comparación con los valores establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, por medio de las estadísticas de caudales, por lo que se realizó una medición sobre el volumen de consumo del reservorio de la zona en estudio, que con estos volúmenes actuales solo abastece de 9 a 14 horas generando bajas presiones y desabastecimiento. Al obtener el “coeficiente de variación diaria” que fue $K1=1.5055$ y el “coeficiente de variación horaria” $K2= 2.4281$ se realizó una simulación hidráulica en donde se logró determinar que el caudal promedio diario (Qp) tiene como valor 28.413 L/s, caudal máximo diario (Qmd) tiene como valor 42.777 L/s y por último, el caudal máximo horario (Qmh) es 68.990 L/s.

Como sostiene Silva (2018) en ella se analizó el Sub Sector operacional 22 de la ciudad de Tacna, en donde se pudo realizar una evaluación y establecer el método óptimo para lograr conseguir los coeficientes respecto a los consumos ayudándose en la medición de estos con equipos como los macromedidores electromagnéticos que permitió el control de forma más exacta el control de

volúmenes distribuidos y caudales. Para ello se determinó que los coeficientes de variación horaria es $K1 = 1.33$ y el coeficiente de variación horarios es de $K2 = 2.05$. Esto en virtud del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Como sostiene Delgado & Zorrilla (2018) el objetivo es evaluar y establecer en base a registros de propios caudales para determinar los “coeficientes de variación diaria y horaria” para obras sobre saneamiento en la ciudad Pucallpa y realizar la comparación respecto a los valores determinados por el RNE a través de las estadísticas de caudales. Para ello se realizó el control de los macromedidores del Sector de estudio 11 para lo cual se determinó el volumen de consumo promedio diario y horario entre los años del 2016 y 2017 en donde se obtuvo los siguientes resultados donde Delgado & Zorrilla (2018) afirman que “el coeficiente de variación diaria de 1.25 – 1.35 y variación horaria de 2.93 – 2.95 para el área 1 y el coeficiente de variación diaria de 1.31 – 1.38 y variación horaria de 2.78 – 2.80 para el área 2. Se concluyó que el coeficiente de variación diaria $K1$ se tuvo una media de 1.3225 y un promedio de 1.32 el cual es muy próximo a 1.3 según el RNE. En cuanto al valor de coeficientes de variación horaria $K2$ con una media de 2.8650 y un promedio de 2.87 no se encuentra dentro del rango de $K2 = 1.8 – 2.50$ según el RNE” (p. 6).

En los antecedentes, se observa que las redes de agua potable se diseñan respetando los criterios establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, es decir que los coeficientes de variaciones de consumo diario esta representados por el valor de 1.3 y el de horario se encuentran entre los rangos de 1.8 - 2.5 dependiente de la zona y la disponibilidad de agua. Al realizar un estudio real del consumo del agua de la población según la zona geográfica se puede obtener valores reales en la variación de consumo diaria y horaria que daría cambios en el diseño de las redes, es más, se ha comprobado que al proponer nuevas modelos hidráulicos en zonas existentes hay resultados cambios positivos optimizando el agua y si a estas propuestas se le añade coeficientes reales lo resultados serían más exactos y eficientes.

No se tiene estudios de las Entidades Prestadores de Servicio – EPS en la cual se esté diseñando con los coeficientes de variación $K1$ y $K2$ reales dependiendo de la zona de trabajo, por lo cual no se puede implementar estos estudios en el campo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Criterios De Diseño

2.2.1.1 Dotación Per Cápita

La dotación per cápita es para establecer la dotación para el abastecimiento de agua potable a un sector y sus unidades de medición es litros/hab/día. Estos parámetros varían de acuerdo al clima, cantidad de población, la situación económica y también, hasta la misma utilización del agua. Usualmente cada país ha asignado “valores de dotación per cápita” como, por ejemplo, se puede mostrar los siguientes (Doroteo, 2015).

Tabla 2

Dotación

Clima	Dotación Media (Its/hab/día)
Frío	180
Templo y Cálido	220

Nota: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

2.2.1.2 Periodo De Diseño

Los periodos de diseño se logran definir teniendo en consideración las necesidades que tiene la población alrededor de un periodo que está determinado. Para establecer dicho tiempo es muy necesario considerarse diversas variables, el periodo de diseño se puede definir como: “el tiempo que es necesario que un sistema opere a un 100% eficiente, ya sea por capacidad de conducción o gasto deseado, o por la resistencia de las instalaciones” (Doroteo, 2015).

a) Factores de importancia

Se puede considerar dentro de estos factores de importancia los siguientes:

- “Durabilidad o vida útil de las estructuras, este factor depende del material de la infraestructura, y del tiempo que es capaz de servir adecuadamente, efectos como el deterioro del mismo o la corrosión existente son factores a considerar” (Doroteo, 2015, p.12).
- “Facilidades de construcción y posibilidades de ampliaciones o sustituciones, la determinación del periodo de diseño también está ligado íntimamente a factores económicos” (Doroteo, 2015, p.12).
- “Tendencias de crecimiento de la población en donde el crecimiento poblacional es rápido, los periodos de diseño deben ser cortos para evitar un problema de falta de presupuesto en la operación del sistema (Doroteo, 2015, p.13).

b) Rango de valores

Se puede definir entre los valores:

- “Fuentes superficiales que se puede tomar entre 20 y 30 años, fuentes subterráneas que se puede tomar entre 20 y 30 años y se recomienda su ejecución en etapas” (Doroteo, 2015, p.13).
- Obras de captación, que dependen de la importancia y la magnitud de la obra, se podrá obtener como periodo de diseño entre veinte y cuarenta años.
- “Estaciones de bombeo y líneas de aducción, depende de la magnitud de la obra, costo, diámetros y dificultades en la ejecución de las obras, es recomendable un periodo de diseño de 20 a 40 años.” (Doroteo, 2015, p.14).
- “Plantas de tratamiento Generalmente se desarrollan por etapas considerando su magnitud y complejidad, se pueden diseñar con periodos de diseño de entre 10 a 15 años, con posibilidad de ampliación futura con el mismo periodo de diseño.” (Doroteo, 2015, p.14).
- Reservorios y redes de distribución, las cuales han debido diseñarse para el desarrollo de la cantidad de m² que debe servir. En su mayoría de veces se pueden apreciar periodos de diseño entre treinta a cuarenta años. (Doroteo, 2015).

Tabla 3*Periodos de diseño*

Sistema / Componentes	Periodo (años)
Redes del sistema de agua potable y alcantarillado	20 años
Reservorios, planas de tratamiento	Entre 10 y 20 años
Sistemas a gravedad	20 años
Sistemas de bombeo	10 años
UBS (unidad básica de saneamiento) de material noble	10 años
UBS (unidad básica de saneamiento) de otro material	5 años

Nota: Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento 2016

2.2.2. Factores Que Afectan El Consumo

2.2.2.1 Categorías De Consumo O Consumo Neto

“El consumo neto es la cantidad de agua usada efectivamente en cada una de las actividades que se realizan en una comunidad. En la medida en que el tamaño de la población se incrementa, el consumo se aumenta debido al mayores números de actividades, como por ejemplo el lavado de carros, uso de lavadoras de ropa o de platos. Un criterio es establecer que el consumo neto se aumenta en un 10% del incremento en el número de habitantes” (Magne, 2008, p. 252).

Podemos indicar lo siguiente:

- “Consumo doméstico: Es la cantidad de agua que necesita cada persona para satisfacer sus necesidades como, bebida, lavado de ropa, baño, aseo personal, cocina, riego de jardín, etc” (Magne, 2008, p. 252).
- “Consumo comercial e industrial: El gasto significativo, en el caso en que la zona a desarrollarse tenga una vinculación industrial o comercial, el consumo debe basarse en el tipo de industria y comercio a desarrollarse. Cuando el comercio o industria constituye una situación normal, tales como pequeños establecimientos comerciales o industriales, puedes ser incluida dentro de la dotación adoptada” (Magne, 2008, p. 253).

- “Consumo público: Es la cantidad de agua que se consume en los jardines públicos, zonas verdes, parques, municipalidades, comisarías, escuelas, mercados, etc.” (Magne, 2008, p. 253).
- “Consumo por incendio: en términos generales, puede decirse que un sistema de abastecimiento de agua representa el más valioso medio para combatir incendios, y que el diseño de algunos de sus componentes, este factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia relativa en el conjunto y de lo que esto puede significar para el conglomerado que sirve” (Magne, 2008, p. 254).

a) Factores Económicos – Sociales

“Las características económico–sociales de una población o localidad pueden evidenciarse por el tipo de vivienda. Entonces tendríamos vivienda como las ubicadas en zona rural que son muy insalubres, la casa quinta y la casa tradicional urbana, en donde el consumo de agua es distinto, en zonas rurales el consumo de agua es menor que en la zona urbana en donde se tienen más usos para el agua” (Magne, 2008, p. 256).

b) Factores Meteorológicos

Cotrado & Gutiérrez (2019) afirman que, “es evidente que los consumos de agua varían a lo largo del año, de acuerdo a la temperatura ambiental, esto también se corrobora cuando se comparan consumos de distintas regiones con diferentes condiciones ambientales, de forma que la temperatura ambiente de la zona define en cierto modo los consumos correspondientes a higiene personal y otros. En nuestra ciudad de Tacna, también ocurre este cambio de temperatura y es evidente el cambio de consumo de la estación del verano e invierno” (p. 39).

c) Tamaño De La Comunidad

Cotrado & Gutiérrez (2019) aseguran que, “está referido al crecimiento de la demanda de acuerdo al tamaño de una comunidad, es decir ciudades pequeñas

tienen un consumo per cápita menor que ciudades grandes, y esto se debe al desarrollo económico de una ciudad” (p. 40).

d) Información Histórica De Consumo De Agua

El Ministerio de Economía y Finanzas (2011) sostiene que el “consumo histórico por usuario” se sustrae sobre la base de datos respecto a la entidad operadora y su área comercial.

“Para la presente investigación se obtendrá los consumos facturados (promedio y consumos reales) mensuales de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2018, de cada distrito de la ciudad de Tacna con la ayuda del programa SIINCO donde se encuentra registrado el catastro de usuarios de la EPS TACNA S.A.” (Huamán & Pérez, 2019, p. 4).

De acuerdo a la Resolución de Consejo Directivo N°023-2013-SUNASS-CD (2013) de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) los administrados que no han presentado lectura, se les determinará un consumo promedio de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4

Asignación máxima de consumo

Volumen Asignado (M3/Seg)				
Social	Domestico	Comercial	Industria	Estatad
0	20	30	60	75

Nota: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2013.

Como sostiene Huamán & Pérez (2019) a través de encuestas se ha realizado un promedio de consumo sobre los diferentes factores respecto a la demanda de agua que se utilizará en las encuestas.

Tabla 5*Promedio de Consumo*

Usos Del Agua		Promedio De Consumo	
Beber agua		3 litros/persona	
Bañarse	Tina	135 litros/uso	
	Ducha	8 litros/min	
Lavado de manos/cara		3 litros/min	
Lavado de dientes		3 litros/min	
Servicio sanitario		7 litros/inodoro	
Cocina		6 litros/uso	
Lavado de servicios		3 litros/uso	
		5 kg – 50 litros	
		7 kg – 60 litros	
	Lavadora		10.5 kg – 80 litros
			13 kg – 100 litros
			16 kg – 110 litros
Lavado de ropa	Mano	18 kg – 120 litros	
		60 litros/persona	
		10 litros/limpieza	
Limpieza de la vivienda		10 litros/limpieza	
Vehículo		200 litros/vehículo	
Jardín o macetero		10 litros/min	
Mascotas		10 litros/baño	

*Nota: Huamán & Pérez 2019***2.2.3. Variación De Consumo**

Hoyos & Tuesta (2017) afirman que, “actualmente los proyectos de agua y saneamiento en el Perú por lo general se desarrollan en base a un perfil y expediente técnico lo que conlleva de manera necesaria al cálculo de la demanda de agua; que requiera la población en un periodo de diseño determinado. Para esto es necesario determinar el caudal máximo diario (Qmd) y el caudal máximo horario (Qmh), estos dos resultados se obtienen del producto del caudal promedio por los coeficientes de consumo máximo diario k1 y máximo horario K2 respectivamente” (p. 4)

Hoyos & Tuesta (2017) establecieron que, “en cualquier ciudad del Perú se usan los valores promedio de los coeficientes K1 y K2 que brinda el Reglamento Nacional de Edificaciones donde la notaciones y valores guías referenciales nos

mencionan que estos valores deben ser $K1= 1.3$ y $K2 = 1.8$ a 2.5 para la determinación el caudal máximo diario y el caudal máximo horario”(p. 5)

“El consumo no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios, para el cálculo de estos es necesario utilizar coeficientes de variación diaria y horaria respectivamente. Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una población. Para diseñar las diferentes partes de un sistema, se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo. Interesan las demandas medias, las máximas diarias y las máximas horarias” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006, p.42).

Según Hoyos & Tuesta (2017), “el consumo de agua varía de acuerdo a muchos factores, entre los que podemos mencionar el clima, calidad del agua, desperdicios y fugas, ausencia de medidores, características propias de la población, actividades domésticas, días de trabajo, etc. En los meses de más calor se produce mayor consumo de agua, habiendo meses dentro de un mismo año en que la demanda varía de unos meses a otros. Las variaciones que experimentan los consumos de agua tienen mucha importancia en el diseño de las diferentes estructuras componentes del sistema de abastecimiento. Para los factores de las variaciones de consumo se considerará las siguientes relaciones con respecto al promedio anual de la demanda” (p. 50).

2.2.3.1 Variación diaria

Según Rodríguez (2001), “las estadísticas demuestran que hay días del año con consumos mayores y otros con consumos menores con relación al consumo promedio diario. Así como existen variaciones mensuales en los consumos, también las hay en el día. De estas variaciones importa conocer las máximas normales para considerarlas en un abastecimiento de agua y evitar escasez en los días de gran demanda. La variación diaria se expresa como un coeficiente del gasto medio anual y depende de la temperatura y distribución de las lluvias en la región y le llamamos coeficiente de variación diaria, cuyo valor se obtiene estadísticamente, en el eje de las x se anotan los meses del año y el eje de las y se colocan las demandas o gastos (figura 1). Los valores de los coeficientes de variación diaria son los siguientes: $K1 = 1.40$ para lugares de clima extremo” (p. 41).

a) Coeficiente de variación diaria (K1)

“Son las variaciones de consumo máximo diario, se define como el día máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días. Estas variaciones son ocasionadas por cambios climáticos, concurrencia a centros de trabajo y ocupaciones domésticas” (Hoyos & Tuesta, 2017, p. 35).

Como sostiene Hoyos & Tuesta (2017), “es importante establecer el porcentaje máximo que alcanza la variación diaria en el día de máxima demanda en relación con el consumo anual medio diario, para establecer este porcentaje es necesario determinar su coeficiente de máxima variación diaria” (p. 36), el cual está representado por K1 y su valor está dado por:

$$k1 = \frac{\text{Consumo en el día máxima demanda (Qmd)}}{\text{Consumo medio anual diario (Qp)}} \quad [1]$$

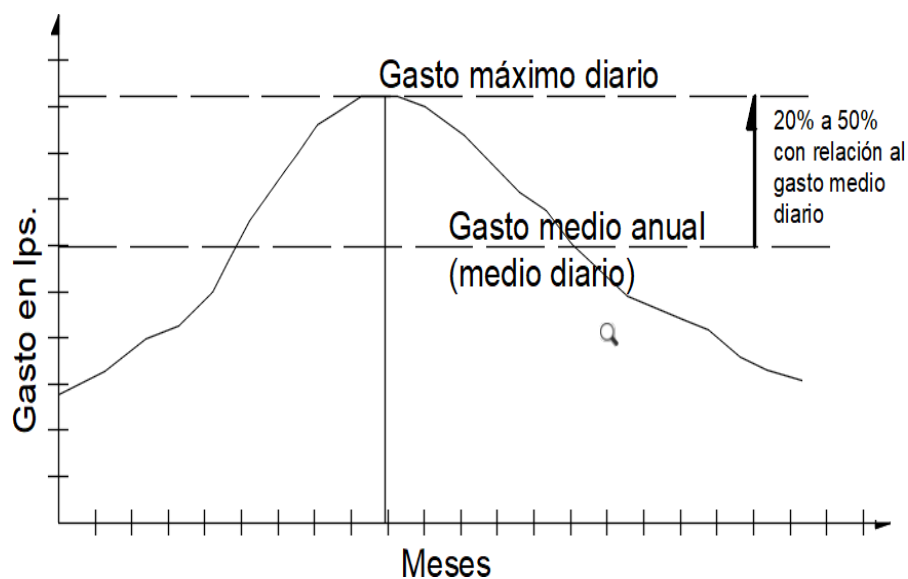
Donde:

Qmd = en m³/seg

Qp = en m³/seg

Figura 4

Coeficiente de variación diaria



Nota: Rodríguez 2001

2.2.3.2 Variación horaria

Según Rodríguez (2001), “también existen variaciones horarias con respecto al gasto máximo diario, el cual no es consumido por la población en forma constante durante las 24 horas del día, pero determinado lapso será mayor o menor que el gasto máximo diario. Para poder satisfacer las demandas máximas durante el día, se debe incrementar el valor del gasto máximo diario de un coeficiente que cubra esas demandas máximas horarias” (p.16).

Los valores de los coeficientes de variación horaria son los siguientes:

$K_2 =$ Coeficiente de variación horaria = 1.55 (155 %)

$K_2 =$ Coeficiente de variación horaria = 2.00 (200 %)

a) Coeficiente de variación horaria (K_2)

De acuerdo a Rodríguez (2001), “Las variaciones de consumo máximo horario se definen como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, dependiendo de los hábitos y actividades de la población. Estos cambios se notan con mayor intensidad en ciudades pequeñas, en razón de una menor o ninguna actividad comercial e industrial” (p. 19).

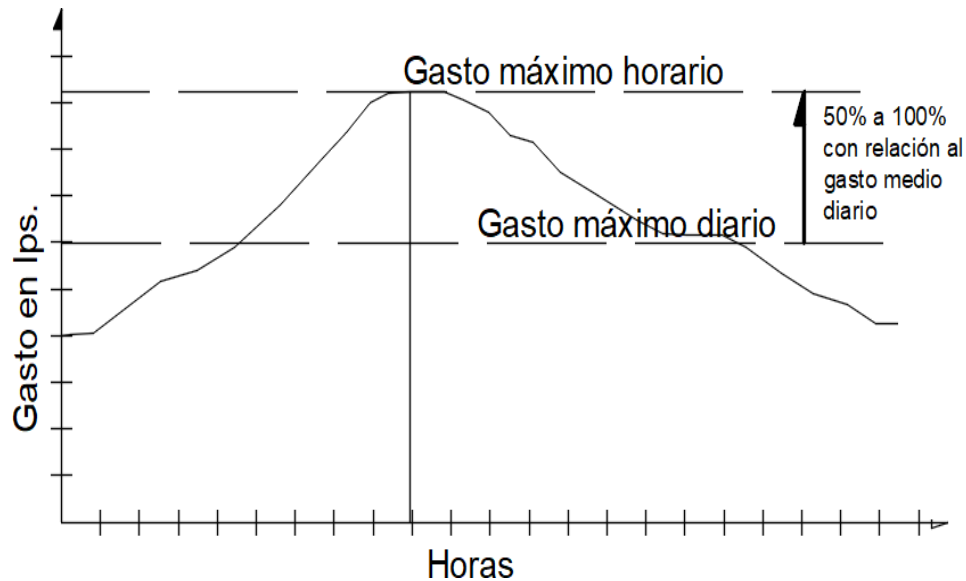
Para establecer el valor de la máxima demanda horaria se requiere determinar el “coeficiente de máxima demanda horaria”, representado por el valor K_2 , el cual se determina por:

$$k_2 = \frac{\text{Consumo máximo horario (Qmh)}}{\text{Consumo medio anual diario (Qp)}} \quad [2]$$

Donde:

Q_{mh} = en m^3/seg

Q_p = en m^3/seg

Figura 5*Coeficiente de variación horaria**Nota: Rodríguez 2001*

Según Rodríguez (2001), “estas definiciones descritas de los parámetros involucrados y la forma de su obtención, como ya se mencionó, serán utilizadas para la determinación de los coeficientes de variación diaria y horaria en el presente trabajo de investigación” (p.19).

2.2.4. Caudales

2.2.4.1 Caudal Máximo Diario

El Según Rincón & Córdoba (2017), “el caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un periodo de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario K_1 ” (p. 17).

$$Q_{md} = K_1 * Q_p \text{ (l l s)}$$

[3]

Siendo:

$$Qp = \frac{(Pob * Dot) (lls)}{86400} \quad [4]$$

Donde:

Pob = Población

Dot = Dotación (l/ha/día)

2.2.4.2 Caudal Promedio Diario Anual

Según Rincón & Córdoba (2017) “el caudal promedio diario anual”, Qp , se establece mediante el promedio de los consumos diarios en un cierto periodo a lo largo de un año, y se puede calcular por medio de la siguiente ecuación:

$$Qp = \frac{Pf . Dd (lls)}{86400} \quad [5]$$

Donde:

Pf = Número de habitantes (hab)

Dd = Dotación (l/ha/día)

2.2.4.3 Caudal Maximo Horario

Según Rincón & Córdoba (2017) “el caudal máximo horario”, Qmh , se establece mediante el consumo máximo que ha sido registrado durante una hora en un cierto periodo de un año, y se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Qmh = K2 * Qp (lls) \quad [6]$$

Donde:

Qp = Caudal promedio diario anual (l/ha/día)

Según el reglamento nacional de edificaciones (RNE) en los abastecimientos mediante conexiones domiciliarias, “los coeficientes de las variaciones de consumo”, que están referidos al “promedio diario anual de la demanda”, deben ser establecidos de acuerdo al análisis de información estadística comprobada. Por lo contrario, se podrá contar con los siguientes coeficientes:

“Coeficiente máximo anual de la demanda diaria” (K1): 1.3

“Coeficiente máximo anual de la demanda horaria” (K2): 1.8 a 2.5

Según la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos del Ministerio de Economía y Finanzas (2011), respecto a los coeficientes de variación se cuenta con los siguientes valores recomendados:

“Coeficiente máximo anual de la demanda diaria” (K1): 1.3

“Coeficiente máximo anual de la demanda horaria” (K2): 2.0

2.2.5. Parámetros De Diseño De Las Redes De Distribución

Es necesario considerar lo que se indica en el Reglamento Nacional de Edificaciones (el cual está vigente desde junio del año 2006), respecto a su norma OS.050 - Redes de distribución de agua para consumo humano, donde se señala lo siguiente:

2.2.5.1 Análisis Hidráulico

El Reglamento nacional de edificaciones menciona lo siguiente: “Las redes de distribución se proyectarán, en principio en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red”. Es decir, se debe inicialmente proyectar una “red de tipo enmallada”, en el caso no pueda ser posible se puede dimensionar una “red de tipo ramificado”. Por consiguiente, las redes de tipo enmallado acceden una distribución mejor, así como también benefician la circulación del agua y permite la mejoría de la calidad del agua que se distribuye, impidiendo los llamados “puntos muertos de la red”.

El Reglamento Nacional de Edificaciones establece lo siguiente: “Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy

Cross o cualquier otro método equivalente”. Es común la utilización del “método de Hardy Cross”, pero están otros métodos matriciales tal como el método del gradiente hidráulico “Para el cálculo Hidráulico de las tuberías, se utilizarán formulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen Williams, se utilizará coeficientes de fricción en la tabla N° 1. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado” Se ha establecido que la “fórmula de Hazen Williams”, es una proximidad, pero sería mejor utilizar otras fórmulas como: “ecuación de Darcy Weisbach o Colebrook White”, si se necesita de una mayor exactitud, actualmente, las fórmulas anteriormente presentadas no presentan problemas para la resolución con las modernas computadoras actuales y el software que se sitúa en nuestra época.

2.2.5.2 Diámetro mínimo

El Reglamento Nacional de Edificaciones presenta lo siguiente: “El diámetro mínimo será de 75mm para uso de vivienda y de 150mm de diámetro para uso industrial, en nuestra realidad siempre fue considerado como diámetro mínimo la tubería de 4” es decir, 110mm, pero, en la actualidad se tiene en consideración que se coloca como “diámetro mínimo” la tubería de 90mm, se requiere indicar que siempre se utiliza este modelo de diámetros debido a ampliaciones futuras.

2.2.5.3 Velocidad

El Reglamento Nacional de Edificaciones establece lo siguiente: “La velocidad máxima será de 3m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5m/s”, según la experiencia es recomendable usar velocidades inferiores a 2 m/s, incluso la velocidad de 1.5m/s estaría como un valor que se recomendaría, siempre debemos tener en consideración una “capacidad residual” que logre permitir a la tubería funcionar cuando el sistema se extienda, así como un rendimiento mejor si la tubería muestra sedimentación.

2.2.5.4 Presiones

El Reglamento nacional de edificaciones menciona: “La presión estática no será mayor de 50m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10m”. El reglamento establece que la “presión mínima” es de 10m.c.a., es decir, una presión de servicio que certifique en una vivienda compuesta por dos niveles y hasta tres niveles el abastecimiento de agua. Respecto a las presiones máximas, se toma en consideración una presión máxima de 50m.c.a., que certifica y protege una vivienda y sus instalaciones internas. En todo momento es necesario resaltar que la presión máxima es comprobada con la presión estática sobre la red que certifica el estado más “crítico” de la red en consideración a las presiones máximas.

2.2.6. Macromedición En Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable

Según el libro de Macromedición de la Organización Panamericana de la Salud (CEPIS-1986), la macromedición está determinada por las actividades de procesamiento, divulgación y análisis de las informaciones sobre presiones, caudales y los niveles de agua sobre el sistema de abastecimiento.

Es muy importante saber los caudales presentados en los diversos elementos de un “sistema de abastecimiento de agua potable” como líneas de conducción, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, líneas de aducción, etc.

Esto nos permite analizar de una manera óptima la capacidad hidráulica sobre una tubería, es también significativo establecer la velocidad en las tuberías que admitirá establecer cómo está funcionando las conducciones de todos los elementos de la infraestructura del sistema.

Estableciendo las velocidades y los caudales en una conducción accederá también analizar la capacidad del sistema de aumentar la cobertura del agua o aumentar las “zonas servidas”, para evitar “estresar el sistema” y hacerlo ineficaz.

2.2.6.1 Objetivos de la macromedición

Según Silva (2018) como objetivos principales de las de macromedición se considera lo siguiente:

- Establecer los volúmenes repartidos de manera mensual en un “sistema de abastecimiento de agua potable”.
- Permanente evaluación de las condiciones reales hidráulicas sobre el funcionamiento de los “sistemas de abastecimiento de agua”.
- Investigaciones sobre los reflejos en el “sistema de abastecimiento” como resultado de variaciones respecto a las variables, tal como, el estado de la “válvula de control”, el funcionamiento de las “bombas de una estación de bombeo”, distribución del servicio, instalación de los micromedidores, y otros.
- Análisis del tiempo de “saturación de los sistemas” en funcionamiento de la evolución socioeconómica, cultural y demográfica de las asociaciones.
- Establecimiento de factores de consumo, tal como “consumo per cápita”, coeficientes relativos a la hora y el día de un consumo mayor, consumo por conexión en el domicilio, consumo mínimo de manera nocturna y consumo por la extensión de la red.
- Planeación de establecimiento de sistema de micro medición en base al principio de prioridades apoyado en la macro medición.

2.2.6.2 Tipos de macromedidores

Según Hoyos & Tuesta (2017) los macro medidores son dispositivos e instrumentos para ejecutar el cálculo de caudales en “tuberías de redes de distribución y conducción”, es decir, en diámetros de mayor magnitud, y puede dividirse en los tipos que se mencionan a continuación:

a) Dispositivos Hidráulicos

“Este tipo de medidores se basa en las teorías de la mecánica de fluidos, y usa principalmente líquidos manométricos, son bastante exactos si se realizan de manera adecuada” de acuerdo a Hoyos & Tuesta (2017, p. 41).

b) Tubo Venturi

“Se trataba de un dispositivo hidráulico, que consiste en una reducción de diámetro en una conducción que produce un diferencial de presión, que es medido con un manómetro (tubo en U) logrando determinar la velocidad y luego el caudal” según Hoyos & Tuesta (2017, p. 41).

c) Rotámetro

“Este consiste en un flotador cilíndrico, más denso que el fluido, colocado dentro de un tubo cónico vertical con el área menor abajo y el área mayor arriba. Al pasar el flujo de abajo hacia arriba levanta el flotador con lo cual la posición de este será proporcional al flujo” de acuerdo a Hoyos & Tuesta (2017, p. 42).

d) Medidores electromagnéticos

Tienen esta denominación debido a que dentro de los medidores están unos dispositivos ingeniosos que, utilizando el “principio de inducción electromagnética”, miden la “velocidad del agua” en una tubería y el “volumen de agua” que transita por ahí mientras pase un tiempo determinado, y posteriormente disponen una señal de manera digital que puede leerse fácilmente sobre el panel (“display”) del equipo.

e) Medidores ultrasónicos o de ultrasonido

“Los medidores de flujo acústico (ultrasónicos) de tiempo en tránsito o travesía, están basados en el principio de que el tiempo de tránsito de una señal acústica a lo largo de una trayectoria conocida es constante y solo puede ser alterado por la velocidad del fluido en el que se desplaza” de acuerdo a Hoyos & Tuesta (2017, p. 42). En ese sentido la “señal sónica” es entregada diagonalmente por medio del tubo por donde transita el agua, y la velocidad que traslada el agua perturba a la señal empleada respecto al tiempo que utiliza para movilizarse al receptor del transmisor. Por ello se obtiene mediante esta relación la velocidad V .

2.2.7. Población Futura

Según el RNE (2006) se establece que la futura población para el “período de diseño” a considerar estará determinado de la siguiente forma:

- Al tratarse de Asentamientos Humanos que ya existen, el aumento estará de acuerdo al “plan regulador y los programas de desarrollo regional” en el caso existan; en caso de que no estén éstos, se tomará en cuenta los rasgos de la ciudad, su tendencia de desarrollo, los factores socioeconómicos e históricos y los que se podrían obtener.
- Al tratarse de habilitaciones nuevas destinadas a viviendas deberá tomarse en cuenta por lo menos un valor de densidad de 6 hab/viv.

2.2.7.1 Población actual

De acuerdo a la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos de saneamiento básico (2011) indica que “se determina a partir de los censos de población y proyecciones del INEI. La estadística de población no está actualizada al momento de formulación del estudio, proyecta la población del último censo con una tasa de crecimiento ínter censal hasta el periodo actual” (p. 25). Es decir, en el caso no haya estadísticas, se ejecuta un conteo de población de acuerdo a la “cantidad de viviendas” y la “densidad promedio de habitantes por vivienda”, posteriormente de emplear una encuesta económica y social.

2.2.7.2 Tasa de crecimiento de la población

Según la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos de saneamiento básico (2011) establece que “la población se proyecta con la tasa de crecimiento intercensal estimada según el numeral anterior o con la tasa estimada por el INEI para el distrito específico” (p.29).

2.2.7.3 Densidad por lote(vivienda)

Según la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos de saneamiento básico (2011) se determina que “la proyección del consumo de agua

potable se realiza con las viviendas, donde se establece el número promedio de personas por vivienda basado en la información del último censo” (p. 30).

2.2.7.4 Métodos de Calculo

De acuerdo con la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos (2011) se indica que “para el cálculo de la población futura se utiliza los siguientes métodos de crecimiento: método aritmético, el método geométrico y método de crecimiento exponencial que se eligen de acuerdo al tipo de población y de las características socioeconómicas de la misma” (p. 30).

a) Método Aritmético

Según la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos (2011) “es un método de proyección completamente teórico y rara vez se da el caso de que una población presente este tipo de crecimiento. En la estimación de la población de diseño, a través de este método, sólo se necesita el tamaño de la población en dos tiempos distintos” (p. 31). Utilizando la ecuación N° 1 se puede calcular la futura población por medio del método aritmético.

$$Pf = Pa + r.t \quad [7]$$

Donde:

Pf = Población de diseño (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

r = Tasa de crecimiento (hab/año)

t = Periodo de diseño (años)

b) Método Geométrico

De acuerdo a la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos (2011) debido al presente método, se toma que el incremento de la población resulta

proporcional al tamaño de la misma. De acuerdo al caso el patrón de incremento es igual al utilizado para el “método aritmético”. Al respecto de la ecuación N°2 se establece la futura población por medio del método geométrico.

$$Pf = Pa (1 + r)^2 \quad [8]$$

Dónde:

Pf = Población de diseño (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

r = Tasa de crecimiento anual

t = Periodo de diseño (años)

c) Método Exponencial

Según la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos (2011) “para el uso de este método, se asume que el crecimiento de la población se ajusta al tipo exponencial y la población de diseño se puede calcular con la ecuación” (p. 32). El uso del presente método pide la comprensión de por lo menos 3 censos, debido a que para el cálculo del valor de “k” promedio se necesita por lo menos 2 valores.

$$Pf = Pa. e^{k.t} \quad [9]$$

Donde:

Pf = Población de diseño (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

k = Constante

t = Periodo de diseño (años)

2.2.8. Dotación

Respecto al consumo de agua por cada persona la única manera de determinarlo es tomando como base a las estadísticas que son permanentes, y, mediante ello, considerar valores de las correspondientes dotaciones a los futuros consumos (Pingo, 2004).

Según indica el RNE (2006), respecto a la norma técnica OS.100:

- “La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas” (MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S., 2011, p. 1).
- “Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido” (MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S., 2011, p. 1).
- “Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido” (MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S., 2011, p. 2).
- “Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente” (MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S., 2011, p. 2).
- “Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado” (MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S., 2011, p. 2).
- “Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones” (MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S., 2011, p. 2).

2.2.9. Redes De Distribución

Una red de distribución debidamente dicha principalmente está conformada por las “tuberías principales y ramales distribuidores” y desempeña la función de transportar el agua potable a todas las conexiones de los domicilios, impidiendo malgastarla en su camino. Podría clasificarse a las tuberías en base a 2 criterios, los que son: el material de fabricación y en base a la interna presión de trabajo (Tasaico, 2018).

Una red de distribución existente está compuesta por “tuberías de hierro fundido, asbesto cemento o PVC”, por lo que estas tuberías de hierro fundido anteriormente mencionadas son las que tienen mayor antigüedad, desde los años treinta, la “instalación de tuberías de asbesto cemento” se comenzó a utilizar en la década del sesenta, y a su vez, las tuberías de PVC se comenzaron a usar más recientemente (Tasaico, 2018).

2.2.9.1 Tipo de Redes

a) Sistema abierto

Las redes de distribución están compuestas por un “ramal troncal” y una “serie de ramificaciones”. Este sistema abierto es usado en caso no se admite la interconexión entre los ramales y también cuando la población tiene un desarrollo de manera lineal, mayormente sucede a lo largo de un camino o río. A su vez, la tubería matriz se sitúa de manera que esté dispuesta a lo largo de la calle, y las tuberías secundarias derivan de ésta (Agüero, 1997).

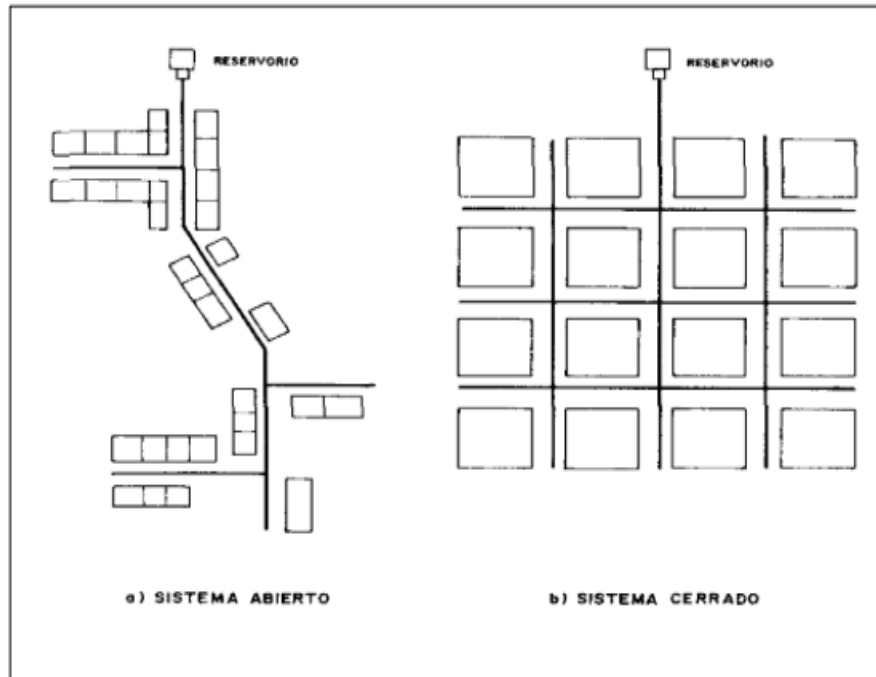
b) Sistema cerrado

Son redes que se componen de tuberías interconectadas y forman mallas. Es más conveniente usar este tipo de red de distribución debido a que, trata de alcanzarse por medio de la interconexión de tuberías instituir un circuito cerrado que admita un servicio más permanente y eficiente. En el presente sistema se descartan los puntos muertos, por lo que tiene como bien que, en el caso se tendría que ejecutar en los tubos algunas reparaciones, el espacio que permanezca sin agua puede

reducirse a una cuadra, esto dependerá de los lugares en los que estén ubicadas las válvulas. (Agüero, 1997).

Figura 6

Tipos de redes de distribución



Nota: Agüero 1997

2.3. Definición de términos

Según el Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima metropolitana y Callao (2005):

2.3.1. Caudal Promedio Diario Anual

El “caudal promedio diario anual (Q_p)”, está relacionado al promedio de los consumos de manera diaria en el tiempo de 1 año.

2.3.2. Caudal Máximo Diario

El “caudal máximo diario (Qmd)”, está relacionado al máximo consumo que se ha registrado en el periodo de 24 horas en el tiempo de 1 año.

2.3.3. Caudal Máximo Horario

El “caudal máximo horario (Qmh)”, está relacionado al máximo consumo que se ha registrado en el periodo de 1 hora durante 1 año.

2.3.4. Coeficiente de Variación Diaria K1

El “coeficiente de variación diaria (K1)”, se logra obtener de la relación entre: el caudal máximo diario y caudal promedio diario anual, usando los datos que han sido registrados en el tiempo mínimo de 1 año.

2.3.5. Coeficiente de Variación Horaria K2

El “coeficiente de variación horaria (K2)”, se logra obtener de la relación entre: el caudal máximo horario y el caudal promedio diario anual, usando los datos que se han registrado en un tiempo mínimo de 1 año.

2.3.6. Medidor para agua del tipo Chorro Múltiple

Los “medidores de agua potable de la serie M170” son instrumentos de gran robustez y precisión, a causa de los diferentes materiales usados en las partes que lo conforman y su diseño. Cumple con los requerimientos metrológicos respecto a las clases A y B de la “Resolución 246;2000 del INMETRO”, de las normas “ISO 4064” y “MERCOSUR NM 212”. Para la entrega del movimiento contiene 2 imanes potentes (conducido y conductor), los que aguantan la influencia del sector exterior de los imanes con una intensidad de campo magnético que es superior a los 1.000 Gauss, sin tener alteración en el funcionamiento.

2.3.7. Áreas

Son las áreas de “redes secundarias de distribución de agua potable” y su tamaño promedio es 2 Km², las cuales están aisladas entre ellas, cada una tiene una dotación mayormente de un punto de ingreso y otro punto de emergencia, logrando una provisión equilibrada con “presiones de servicio” (entre los 15 a 50 mca), el control del caudal que ha sido entregado, del cloro otorgado y perfeccionar la gestión del control.

2.3.8. Abastecimiento restringido

El suministro de agua que tiene un horario inferior a las veinticuatro horas.

2.3.9. Sistema de agua potable

El sistema de agua potable es la unión de equipos, instalaciones y estructuras que posee por objeto el trasladar el agua desde la denominada “fuente de abastecimiento”, hasta los puntos de consumo de manera adecuada respecto a la cantidad, presión y calidad.

2.3.10. Consumos unitarios de agua potable

La cantidad de agua utilizada o necesaria por el mueble sanitario o usuario, o también el equipo industrial, al momento de ejecutar el determinado proceso, función o actividad, y referido a un momento establecido (lavar ropa, bañarse, regar, fabricar determinando producto, beber, etc.).

2.3.11. Equipos de medición o de monitoreo

Los dispositivos, instrumentos y aparatos utilizados para la medición y registro de los datos de volúmenes, caudales, presiones, niveles, temperaturas, y demás características del entorno o su agua.

2.3.12. Monitoreo

Es el procedimiento para realizar la medición de un “fenómeno en campo” y establecer el registro de los resultados.

2.3.13. Muestreo

Es la técnica para analizar una sección, pequeña relativamente, pero significativa estadísticamente, sobre el universo de los elementos.

2.3.14. Padrón de usuarios

Es el conjunto de las bases de datos y planos, u alguna otra información característica del contrato del servicio del recurso hídrico.

2.3.15. Variables que influyen en el consumo

Los parámetros que establecen algunas magnitudes de los consumos, éstos podrían ser: constructivas, climatológicas, hidráulicas, legales, ambientales, económicas, sociales, entre otras.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

3.1.1.1 Descriptivo

Después de analizar el problema planteado, podemos indicar que el tipo de estudio es descriptivo, puesto que del estudio obtenido se observará y describirá la aplicación de los “coeficientes de variación diaria y horario” reales en una zona definida para mejorar el proceso de diseño de obra de saneamiento.

3.1.1.2 Documental

El diseño de investigación es documental puesto que se obtendrá información de las lecturas de los macromedidores, a partir de ahí analizar el comportamiento de los consumos.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es aprehensivo, ya que se pretende analizar y comprar a través de la recolección de los datos históricos de consumo y caudales de la zona, con los coeficientes de variación diaria y horario establecido por norma.

3.2. Población y/o Muestra de Estudio

3.2.1. Población

La población en estudio será la población de las obras de saneamiento en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.

3.2.2. Muestra

Asimismo, la muestra en la cual se aplicará la investigación será el ubicado en el Sub Sector de abastecimiento del agua potable 24 de la ciudad de Tacna.

3.3. Operacionalización de variables

3.3.1. Variable Independiente

Coefficientes reales de variación de consumo diario (K1) y horario (K2).

3.3.1.1 Indicadores Independiente

- Caudal promedio
- Dotación de agua
- Población
- Máximo caudal diario
- Máximo caudal horario
- Registro de consumos
- Tipo de macromedidor

3.3.2. Variable Dependiente

Mejorar diseño de las obras de saneamiento del Sub sector 24

3.3.2.1 Indicadores Dependiente

- Presión de servicio
- Velocidad media en tuberías

3.4. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas de Recolección de los Datos

3.4.1.1 Obtención de la información

La información que se obtuvo fue el registro de los macromedidores del Reservorio 11 ubicado en la Estación de Bombeo 2 en cual tiene una salida de 250 mm que abastece el Sub Sector 24 del sector 7 de abastecimiento.

También se contó con la información de la continuidad de servicio siendo en diciembre de un promedio de 13.7 horas y en agosto de 17.2 horas.

3.4.1.2 Análisis de Información

Se verificó los planos urbanos observando las lotizaciones, también se analizó los planos de redes de agua potable existentes en la cual mediante una identificación en campo se recopiló información y se complementó la información requerida para la ejecución de la presente investigación, las cuales son:

- Se tomaron encuestas para realizar el análisis del consumo diario de la población del sector.
- Se obtuvo la lectura del macromedidor desde noviembre del 2018 a octubre del 2019, proporcionado por la EPS Tacna S.A.
- Con las lecturas obtenidas se procedió a calcular los volúmenes de consumo horario, con esto calcular el consumo diario, para posteriormente calcular los coeficientes de variación K1 y K2.
- Se ha determinado los coeficientes de variación horaria K1 y diaria K2; se estableció el K1 de acuerdo a la relación del gasto medio anual diario y el gasto máximo diario; el K2 se estableció a partir de la relación del gasto medio anual diario y el gasto máximo horario, estos

datos se establecieron en campo durante un periodo de tiempo de 1 año.

3.4.1.3 Desarrollo de entrevistas

Se procedió a realizar la selección de 40 viviendas representativas en los del Sub Sector 24 del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.

3.4.1.4 Número de habitantes

La población aproximada en la zona de estudio, logrará conseguirse tomando en consideración el número de las conexiones presentes en el Sub Sector operacional, que según la información proporcionada por la empresa de saneamiento es de 1820 conexiones de agua potable, por ello, se estimará una densidad de población de 6 habitantes por conexión, según está indicado en el RNE Norma OS.100 con el resultado presentado a continuación.

El reservorio 11 que cuenta con una población aproximada de 10,920 usuarios.

Tabla 6

Número de conexiones

N° de conexiones	N° de Hab/conex	N° de Habitantes
1820	6	10920

3.4.2. Instrumentos para la Recolección de los Datos

3.4.2.1 Reservorio R-11

Este reservorio de capacidad de 1 250m³ está ubicado en la Avenida Humboldt, al frente del Conjunto Habitacional Alfonso Ugarte y a su vez, en el mismo establecimiento de la Estación de Bombeo V-2. Fue construido en el año 2003, posee

sección circular y es del tipo apoyado. Logra abastecer a toda la zona baja del Cono Sur incluyendo las piletas de la Asociación de Pampas Viñani, que a su vez es proveída por la estación de bombeo que se encuentra ubicada en la Estación de Bombeo V-1. Se ha identificado el deterioro en las empaquetaduras de las válvulas y además, el macromedidor ya existente se presenta inoperativo debido a la instalación del “Sistema SCADA”.

Los materiales que predominan en la zona de estudio, cumplen con los estándares de calidad según la EPS Tacna S.A., sus tuberías y sus accesorios en su totalidad son de PVC, los diámetros van de 6”, 10” y 12”. El macromedidor marca EUROMAG ubicado en la Entrada en el reservorio R-11 registra un caudal real de ingreso para esta zona es de un promedio de 90 l/s.

Figura 7

Reservorio R11



Este macromedidor utiliza la tecnología de comunicación GPRS y permite que la información entregada por el Macromedidor electromagnético, se convierta a información de manera digital que el Datalogger logra almacenar en su memoria y posteriormente es derivada del internet celular y es dirigida a la nube, a un portal del fabricante, donde puede accederse a la información y realizar su descarga si se requiere la información almacenada. El Datalogger es un registrador de datos que está programado para conseguir una lectura de caudal cada 15 minutos, utilizando el puerto de comunicación por pulsos del macromedidor, esta comunicación es

económica y sencilla respecto al consumo de energía eléctrica, el macromedidor emite un pulso cada 500 Litros de volumen de agua que traspasa el medidor, este pulso es contado por el Datalogger consiguiendo un caudal promedio cada 15 minutos.

3.4.2.2 Entrevistas

Se realizó varias entrevistas en el sector para obtener información amplia de la población. Esta información se obtuvo de las respuestas de las personas encuestadas, donde se obtuvieron los siguientes datos:

- El agua llega a sus casas a las 3 a.m. y se presenta baja de presión a partir de las 19 horas en época de invierno.
- El agua llega a sus casas a las 3 a.m. y se presenta baja de presión a las 18 horas, en época de verano.
- El agua no llega al segundo piso a partir de las 15 p.m.
- Si abrimos una llave en el primer piso, ya no llega al segundo nivel.
- El agua llega con poca presión.

Figura 8

Entrevistas a la población



Asimismo, estas entrevistas se realizaron a cinco viviendas por asociación, teniendo un total de 40 encuestas realizadas, obteniendo un promedio de consumo de 74 litros/día.

Para la determinación de este consumo promedio de agua, se determinó las características de la vivienda como:

- Material de la vivienda (material noble, adobe, madera, etc.)
- Con cuantos niveles cuenta la vivienda
- Se cuenta con negocios

Respecto a la recolección de datos se utilizó la técnica de la entrevista, por medio de un cuestionario aplicado a cada vivienda.

Figura 9

Consumo de las asociaciones de vivienda del sub sector 24

Item	Dirección	PROMEDIO DE CONSUMO									
		Beber agua (3 litro)	Ducha (5 litros/min)	Lavado de manos (2litros/min)	Lavado de dientes (3 litros/min)	Servicio sanitario (5 litros/inodoro)	Uso de lavadora (10.5 kg - 80litros)	Lavar el servicio (3 litros)	Limpiar la casa (5 litros)	Cocina (6 litros)	Total (dia litros/dia)
1	Conj. Hab. Alfonso Ugarte II	2	4	2	1	15	0	3	5	6	38
2	Conj. Hab. Alfonso Ugarte II	1	4	2	1	15	0	3	5	6	37
3	Conj. Hab. Alfonso Ugarte II	1	4	2	1	15	0	3	5	6	37
4	Conj. Hab. Alfonso Ugarte II	0	4	2	1	30	0	3	5	6	51
5	Conj. Hab. Alfonso Ugarte II	2	4	2	1	10	0	3	5	6	33
6	Prog.Viv. Alfonso Ugarte III	1	4	2	1	10	0	3	5	6	32
7	Prog.Viv. Alfonso Ugarte III	1	0	2	1	10	0	3	5	6	28
8	Prog.Viv. Alfonso Ugarte III	1	4	2	1	5	0	0	5	0	18
9	Prog.Viv. Alfonso Ugarte III	1	4	2	1	5	0	0	5	0	18
10	Prog.Viv. Alfonso Ugarte III	1	4	2	1	10	0	3	5	6	32
11	Asoc. De Viv. Las Américas	1	4	2	1	10	0	3	5	6	32
12	Asoc. De Viv. Las Américas	0	0	2	1	10	0	3	5	6	27
13	Asoc. De Viv. Las Américas	2	0	2	1	10	80	3	5	6	109
14	Asoc. De Viv. Las Américas	1	0	2	1	15	0	3	5	6	33
15	Asoc. De Viv. Las Américas	1	0	2	1	15	0	6	5	6	36
16	Prog. Mun. La Molina	3	0	2	1	20	0	6	5	6	43
17	Prog. Mun. La Molina	2	0	2	1	20	0	6	5	6	42
18	Prog. Mun. La Molina	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
19	Prog. Mun. La Molina	1	4	2	1	15	0	6	5	6	40
20	Prog. Mun. La Molina	1	4	2	1	15	0	6	5	6	40
21	Asic. De Viv. El Terminal	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
22	Asic. De Viv. El Terminal	2	0	2	1	15	0	6	5	6	37
23	Asic. De Viv. El Terminal	1	0	2	1	15	80	6	5	6	116
24	Asic. De Viv. El Terminal	1	0	2	1	15	0	6	5	6	36
25	Asic. De Viv. El Terminal	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
26	Asoc. De Viv. INADE	1	4	2	1	15	0	6	5	6	40
27	Asoc. De Viv. INADE	0	4	2	1	10	0	3	5	6	31
28	Asoc. De Viv. INADE	1	4	2	1	15	0	6	5	6	40
29	Asoc. De Viv. INADE	1	4	2	1	10	0	3	5	6	32
30	Asoc. De Viv. INADE	1	4	2	1	10	0	3	5	6	32
31	Asoc. De Viv. Los Proceres	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
32	Asoc. De Viv. Los Proceres	1	4	2	1	15	0	6	5	6	40
33	Asoc. De Viv. Los Proceres	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
34	Asoc. De Viv. Los Proceres	1	4	2	1	15	0	6	5	6	40
35	Asoc. De Viv. Los Proceres	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
36	Asoc. De Viv. 28 de Agosto	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
37	Asoc. De Viv. 28 de Agosto	0	4	2	1	25	0	3	5	6	46
38	Asoc. De Viv. 28 de Agosto	2	4	2	1	10	0	3	5	6	33
39	Asoc. De Viv. 28 de Agosto	1	0	2	1	15	80	6	5	6	116
40	Asoc. De Viv. 28 de Agosto	1	4	2	1	15	80	6	5	6	120
TOTAL DE CONSUMO (LITROS/DIA)											2205
TOTAL PROMEDIO (LITRSO /DIA)											74

Nota EPS Tacna S.A.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Descripción de la Zona

En un comienzo esta zona empezó con las Conjunto Habitacional Alfonso Ugarte II y Programa de Vivienda Alfonso Ugarte III creando en su alrededor con crecimiento urbano ordenado. Con el paso del tiempo y la propuesta de reubicación de los pobladores del Distrito de Ciudad Nueva después del sismo del 23 de junio del 2001 las invasiones aumentaron creando desorden. Estas asociaciones en su mayoría son casa – habitación donde sus habitantes solo regresan en la noche ya que la actividad predominante en la zona es comercial.

Las Asociaciones de Vivienda están organizadas a través de juntas directivas con sus respectivos presidentes, que tienen como fin lograr que esta zona se desarrolle con un ambiente más adecuado para las personas que residen en la zona y sea un atractivo lugar y además se alcance una mejor convivencia de manera pacífica. Las Asociaciones de Vivienda cooperan a la promoción en su zona de acciones que contribuyan a una mejor ejecución de las labores municipales.

Las viviendas de la zona en su mayoría son de material noble, quedando pendiente la zona al borde del río Seco, ya que existe problemas por ser considerada como zona de alto riesgo.

3.5.1.1 Población

El Sub Sector de distribución 24 está comprendido por las asociaciones mencionadas a continuación:

- Conjunto Habitacional Alfonso Ugarte II etapa
- Programa de Vivienda Alfonso Ugarte III etapa
- A.H. Programa Municipal de Vivienda La Molina
- Asociación de Vivienda INADE
- Asociación de Vivienda Las Américas
- Asociación de Vivienda 28 de agosto Segunda Etapa
- Asociación de Vivienda El Terminal
- Asentamiento Humano Programa Municipal de Vivienda Villa Héroes del Cenepa

- Asociación de Vivienda Villa Los Próceres
- Asentamiento Humano Pampas de Viñani
- Asentamiento Humano Pampas de Viñani Las Buganvillas
- Asentamiento Humano Asociación de Vivienda Vista Alegre
- Junta Vecinal La Concordia

3.5.1.2 Red de agua potable sectorizada

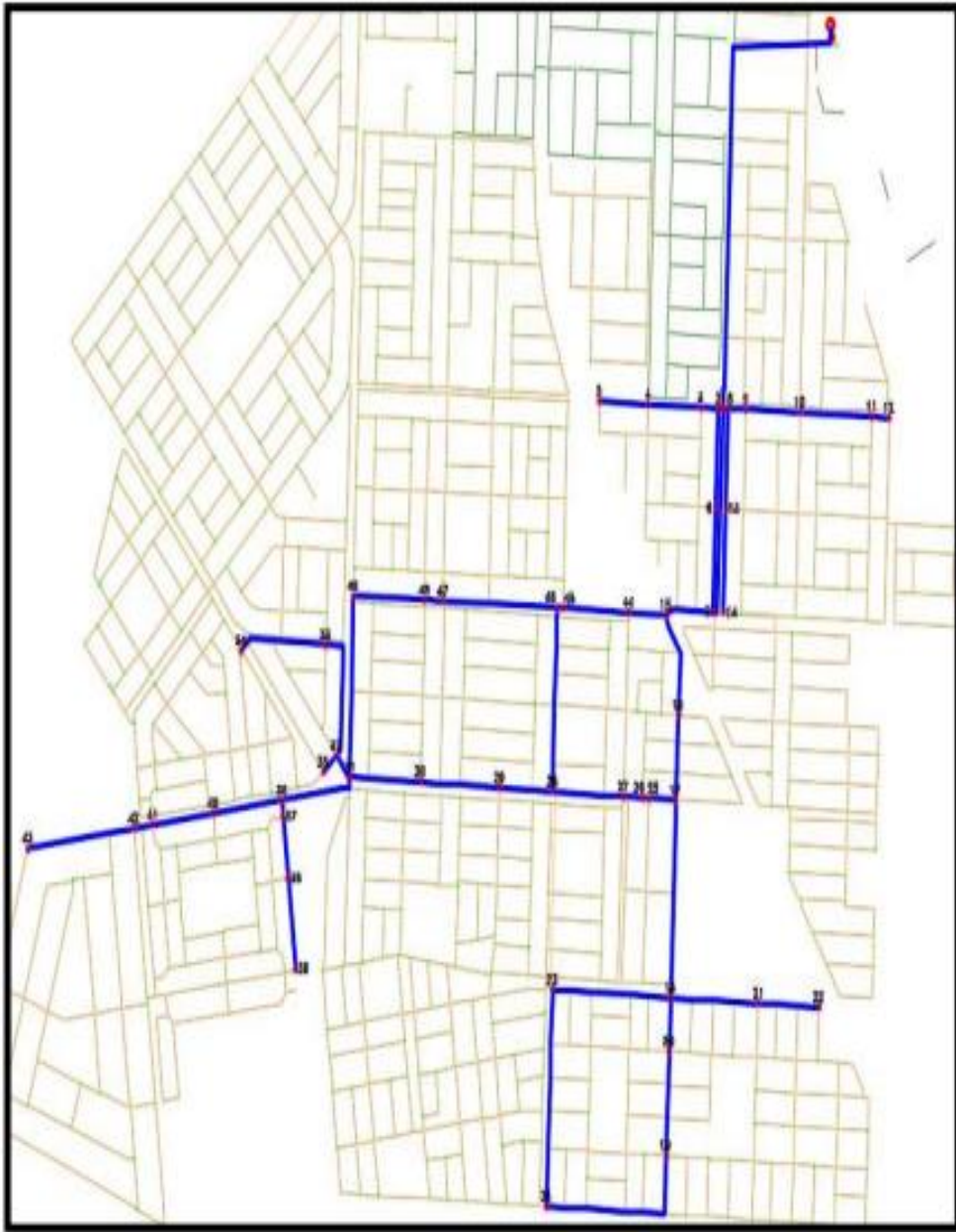
Para realizar el contraste de los planos de la red de distribución de agua potable que ha sido proporcionada por la Entidad Prestadora de Servicios:

- Se realizó la verificación del trazo de la red existente determinada en el plano, efectuándose el reconocimiento en campo, con el fin de comprender la ruta de las cámaras rompe presión, tuberías, etc. En este sentido se puede tener un estudio real sobre el comportamiento del agua.
- Se ha realizado una visita al establecimiento donde se encuentra ubicado el R11, el cual suministra a la red de toda la zona baja del Cono Sur, incluidas las piletas de las Asociación Pampas de Viñani, con el objetivo de observar su funcionamiento. Y con el apoyo de un operador se ha procedido a realizar las inspecciones observando unas casetas de válvula y tuberías de ingreso y salida de 250 mm.

-

Figura 10

Trazo de la red de tubería principal de agua potable



Nota: EPS Tacna S.A.

Tabla 7**Registro de Continuidad del Sub sector 24**

Sub-Sector	Set-15	Oct-15	Nov-15	Dic-15	Ene-16	Feb-16	Mar-16	Abr-16	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16
Sector 7												
Subsector	Continuidad (horas/día)	15	14	12	14	15	17	23	20	24	24	17
24	Conex. Activas	10761	10760	10796	10793	10850	10859	10897	10952	10939	10917	10912
Continuidad Anual por Localidad							18.0					

Nota: EPS Tacna S.A. – 2015 – 2016

- Además, se tiene tres zonas de presiones, las cuales son en la zona alta en la Asociación de Vivienda Las Américas, en la zona media la Asociación de Vivienda Vista Alegre y en la zona baja Asociación de Vivienda 24 de junio.

Tabla 8**Registro de Presiones del Sector 7, Sub sector 24 - 2016**

Zona	Dirección	Fecha	Hora de Muestra	Contin. Datalogge	Hora de Apertura Reservoirio	Hora de Cierre Reservoirio	Horas de Servicio	Continuidad por Zona de Subsector	Conex. Activas de Agua
Alta	Asoc. Las Américas	04/08/16	T/DIA	SI	02:00AM	09:00PM	14.5		
Media	CRP Asoc. Vista Alegre	04/08/16	T/DIA	SI	02:00AM	09:00PM	16	17.2	10947
Baja	Asoc. 24 de Junio MZ-J LT-10				02:00AM	09:00PM	24		

Nota: EPS Tacna S.A. – 2016

Tabla 9*Registro de Presiones del Sector 7, Sub sector 24 - 2015*

Zona	Dirección	Fecha	Hora de Muestra	Contin. Datalogge	Hora de Apertura Reservorio	Hora de Cierre Reservorio	Horas de Servicio	Continuidad por Zona de Subsector	Conex. Activas de Agua
Alta	CRP Las Américas	22/12/15	T/DIA	SI	02:00AM	09:00PM	3		
Media	CRP Asoc. Vista Alegre	22/12/15	T/DIA	SI	02:00AM	09:00PM	18	13.7	10793
Baja	CRP II Fase Vinañi	22/12/15	T/DIA	SI	02:00AM	09:00PM	19		

Nota: EPS Tacna S.A. – 2015

3.5.2. Metodología de Cálculo de los Coeficientes de Variación Diaria y Horaria

3.5.2.1 Metodología de Cálculo del Coeficiente de Variación Diaria K1

Se considerará como coeficiente de variación diaria (K1), a la relación que está entre el caudal del día de máximo consumo (caudal máximo diario) y el consumo promedio diario que se tuvo en el año (caudal promedio diario anual), para su análisis se añade los registros de los años 2018 y 2019 que se colocan como datos.

Para establecer el coeficiente de variación diaria del seleccionado sector, primero se deberá hallar el caudal promedio diario del año. Para ello, el caudal promedio se logrará determinar a través de una media aritmética de completamente todos los caudales promedios de manera diaria de todo el año, una vez registrado en el sector por los equipos registradores. Se determinará el caudal máximo diario del año por medio de una gráfica caudal diario vs día, a lo largo de los 365 días del año de análisis. El caudal máximo diario tendrá como valor el caudal más alto o pico registrado en la gráfica.

Es necesario resaltar que para establecer el caudal promedio diario y el caudal máximo diario, se han retirado los caudales promedios diarios del día en los que no tuvieron continuidad a lo largo de las 24 horas del día (debido al corte temporal del servicio) y, a su vez, de los picos que por cambios fuertes de caudal a causa de una irregularidad en el manejo del sistema, debido a que la inclusión de estos caudales establecerían como resultado los coeficientes de variación no

representativos, así también no se considerarían días en los que no existió registro continuo debido a mantenimiento del reservorio o corte de energía.

3.5.2.2 Metodología de Cálculo del Coeficiente de Variación Diaria K2

El coeficiente de variación horaria está determinado por la relación que está entre el caudal de la hora de máximo consumo (caudal máximo horario) y el consumo medio diario que se ha tenido en el año (caudal promedio diario anual). En ese sentido se obtiene 365 valores de variación horaria de cada año analizado, respecto al valor K2 por sector se considerará el valor más alto extraído para el año de estudio.

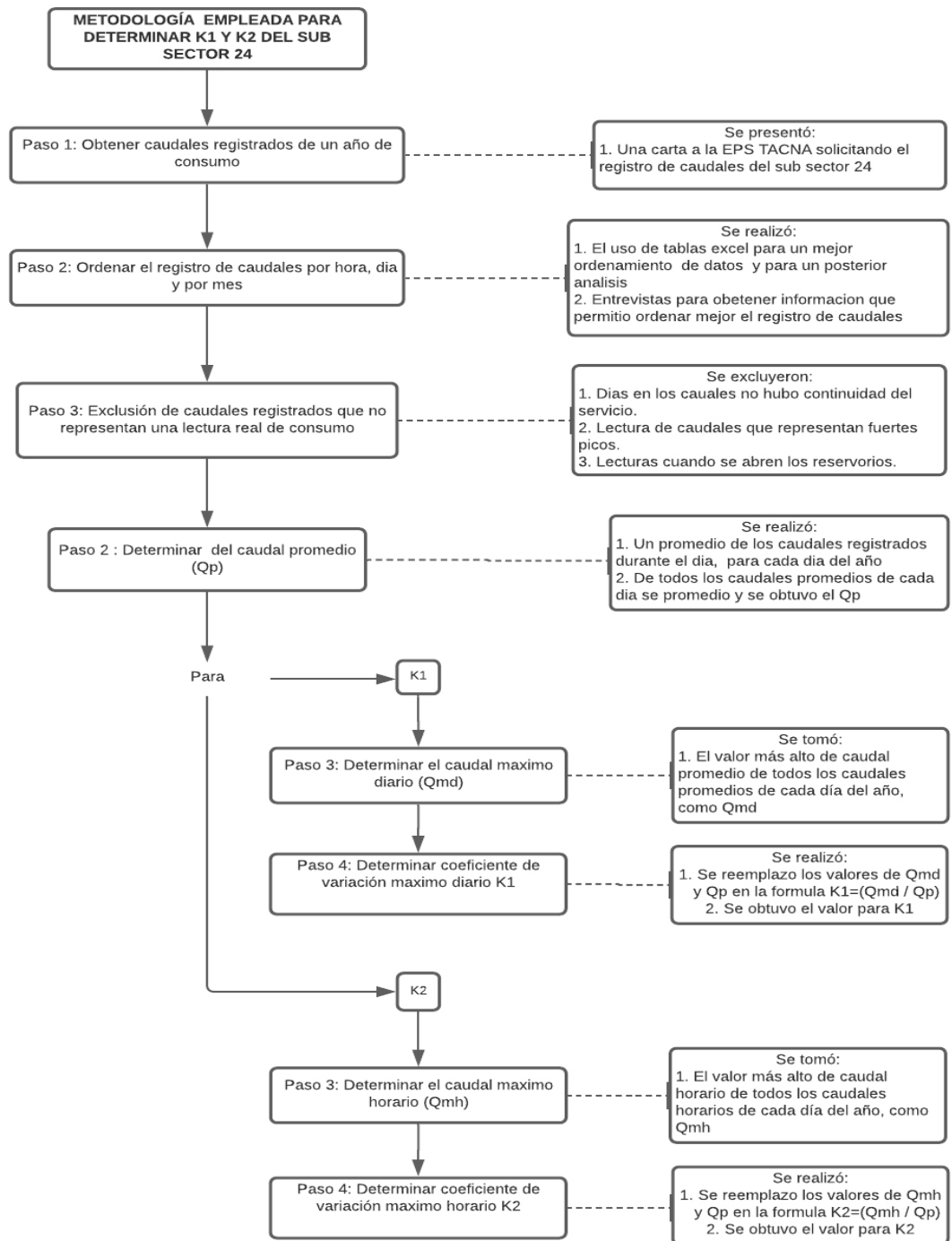
Para lograr la determinación del coeficiente de variación horaria de los sectores elegidos, corresponderá primero establecer el caudal promedio diario del año. El caudal promedio estará establecido por medio de una media aritmética de completamente todos los caudales promedios diarios de todo el año, mediante el registro del sector. El caudal máximo horario del año se establecerá por medio de una gráfica caudal máximo horario vs día, a lo largo del año de estudio.

Es importante resaltar que se considerará como caudal máximo horario al caudal más alto o pico establecido en la gráfica. Es necesario referir que para establecer el caudal máximo diario y el caudal máximo horario, no se han considerado los caudales de los días en los que no hubo continuidad mediante las 24 horas del día, debido a algún corte temporal del servicio, así también, de los picos que experimentaron cambios fuertes de caudal en virtud de una irregularidad sobre el funcionamiento del sistema, puesto que la inclusión de dichos caudales estaría dando como resultado coeficientes de variación horaria apartados de la realidad.

Cabe resaltar que la ciudad de Tacna, tiene discontinuidad del servicio de agua en diversos sectores, es decir, no tiene dicho servicio las 24 horas del día, en el área de análisis se muestra que por temporadas se tiene un servicio continuo y en otras temporadas no, por ello se ha resuelto no considerar los picos de caudales registrados al momento de la apertura de los reservorios, debido a que no es un representativo caudal de la demanda horaria.

Figura 12

Diagrama de flujo de la metodología



CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Criterios Utilizados Para Determinar Los Coeficientes De Variación Diaria Y Horaria

Por lo cual es importante considerar:

- Conocer el consumo diario (K1) que realiza un grupo determinado de usuarios en una localidad, en un periodo determinado.
- Medición directa de los consumos realizados por este determinado grupo de usuarios y establecer de este modo el día de consumo máximo.
- Solicitando el registro de consumos a la EPS Tacna S.A.
- Determinar el coeficiente de variación horaria (K2), es decir el registro sobre las variaciones de consumo que se producen a lo largo de un día de consumo.
- Recopilación de la información para determinar el número de conexiones.

Por lo tanto, es necesario determinar los coeficientes de variación diaria y horaria del sector que ingresar durante un año de consumo, que son los registrados de caudal instalados del reservorio R11.

4.2. Metodología De Cálculo De Los Coeficientes De Variación Diaria Y Horaria

Para lo cual es necesario considerar:

- Identificación de la zona, ya que el Sub Sector 24 cuenta con registros estadísticos de consumo por un periodo de un año.
- Se cuenta en la zona, con un macromedidor de tipo electromagnético que realiza el registro continuo de los consumos.
- Contar con el clima de Tacna ya que existe diferencias considerables entre verano e invierno por lo que la demanda varía asimismo de una estación a otra.

- La zona de estudio tiene todos los servicios básicos instalados, así también, es una zona consolidada a partir del año 2010 aproximadamente.

4.3. Resultados

Se ha realizado la recolección de la información entregada por la empresa concesionaria del servicio de agua potable en la localidad de Tacna, (Entidad Prestadora de los Servicios de Saneamiento – EPS TACNA S.A.), donde se observan datos de los caudales cada 5 minutos durante un año de registros a partir de noviembre del año 2018 a octubre del año 2019, los cuales han sido descargados de los equipos registradores y macromedidores.

Sin embargo, es necesario tener en consideración que la información de campo debe tener un análisis correcto y a su vez, deben obviarse datos que no estén ajustados a la realidad o hayan existido problemas durante la operación, tal como son el mantenimiento del reservorio, cortes de energía, etc. Así también, se descartarán los caudales que tengan valores muy elevados ya que no son característicos de la demanda de agua y podrían alterar los parámetros que se buscan. Como se observa en los gráficos existentes los días que tienen discontinuidad en el servicio y al también al inicio del abastecimiento se observa picos de caudales sumamente elevados, estos caudales no son relevante para el cálculo del factor de máxima demanda horaria.

En la definición del consumo promedio se recogió datos a través de entrevistas en la zona recolectando información de la cantidad de conexiones, número de habitantes y número de viviendas. Asimismo, según el OS 100 se establece que la dotación en conexiones domiciliarias es de 180 l/ha/día y según las entrevistas se tiene un promedio de 74 l/ha/día.

Para determinar los coeficientes de variación diaria K1 y horaria K2 del sub sector 24, se realizó el análisis de las lecturas del macromedidor que abastece a la zona el cual se encuentra ubicado en el R11, generando un análisis estadístico de las lecturas. Estas lecturas varían según las condiciones climáticas, actividad económica y según los días de la semana.

Sobre la determinación de los coeficientes de variación diaria K1 y horaria K2, usado para el diseño del sistema de abastecimiento, se efectuó la observación

diaria y horaria del consumo de agua correspondiente de todo el sub sector 24 durante 365 días (noviembre 2018 a setiembre 2020) registrándose los datos en una ficha.

En el análisis de la variación diaria de agua, se ha considerado el consumo promedio diario y el día de máximo consumo anual, calculado a partir de los datos del mes y día de mayor consumo aforado.

Para determinar la variación horaria se ha procedido a realizar un aforo continuo de consumo por hora y el consumo promedio, estableciéndose de esta forma los coeficientes de variación de consumo diario y horario K1 y K2.

Según la Tabla 9, se puede observar que el mes que tubo menor consumo fue el 30 de mayo (2019) con 36 l/d. y el día que tuvo mayor consumo fue el 28 de febrero (2019) con 76.69 l/d, siendo los fines de semana los días de mayor consumo.

Además, se puede observar que los consumos son constantes entre las 5:00 y 17:00 horas, los altos registros expuestos en horas de la mañana son el resultado de las actividades que se ejecutan en el hogar tal como es la preparación del desayuno, el aseo, etc. Además, se aprecia que los consumos más altos están entre las 10:00 am y 13:00 pm y tienen registros de 62 a 65 l/d. que es cuando la población llega a cocinar o consumir sus alimentos para lo cual consumen agua.

Este sector registra consumo de agua durante las 24 horas, pero a partir de las 19:00 horas en adelante, el servicio de agua baja disminuyendo considerablemente a las 12 de la noche. Esto no significa que los habitantes de la zona no consumen agua a lo largo de la tarde, sino que este elemento está almacenado en el reservorio para el uso en caso de que el suministro de la red sea suspendido. Los consumos máximos diarios apreciados en el lugar de estudio se establecen a lo largo de los fines de semana, sábado y domingo, en vista de que la población se encuentra en sus hogares haciendo las labores cotidianas, situación que se relaciona a los hábitos de entretenimiento al exterior del hogar y descanso de la población durante el fin de semana.

El coeficiente de variación diaria K1 es muy usado para el diseño del sistema de captación, línea de conducción y reservorio, el valor medio determinado a partir de la Figura 6 es 1,35 similar a lo sugerido por el Reglamento Nacional de Edificaciones OS 100 de 1,3.

El coeficiente de variación horaria K2 establecido a partir de la Figura 7 es 1,83; pero el Reglamento Nacional de Edificaciones OS 100 sugiere valores que

comprenden entre 1,80 y 2,50, el cual se encuentra dentro del rango establecido en el reglamento.

Es necesario tomar en consideración estas variaciones conforme al lugar de estudio, debido a que su utilidad se basa en el diseño de la línea de aducción y el sistema de distribución.

4.3.1. Determinación Del Caudal Promedio

Para determinar este caudal promedio se usó toda la información que existe sobre volúmenes y caudales distribuidos para establecer una media aritmética, tal como se indicó anteriormente no se considerarán valores que no sean significativos.

4.3.2. Determinación Del Máximo Consumo Diario y Del Factor K1

En la determinación del coeficiente de variación diaria K1, de acuerdo a la tabla N.º 11 y Figura 6, se realizó una evaluación del consumo por cada hora, durante de cada día, de cada mes durante un año, es así que se realizó la consolidación correspondiente (anexos).

La evaluación se realizó por mes, obteniendo el caudal máximo diario y el promedio del mismo que nos ayudó a obtener el coeficiente de variación diaria.

Para determinar estos parámetros se ha realizado una comparación entre el caudal promedio y el máximo caudal diario obtenido durante un año entre 2018 y 2019 obteniendo un caudal promedio de 58.60 l/seg y donde su caudal máximo anual de 79.26 l/seg.

$$\text{Caudal máximo diario (Qmd)} = K1 * Qp$$

$$k1 = \frac{Qmd}{Qp} \quad [1]$$

$$k1 = \frac{79.26}{58.60}$$

$$k1 = 1.35$$

El dato obtenido es analizo durante un año desde noviembre del 2018 a octubre del 2019, en donde se puede observar que hay nueve días en los cuales no

se registra medición o existió información que no guarda relación con el registro superior e información por lo cual no ha sido considerado para el análisis correspondiente.

Tabla 10

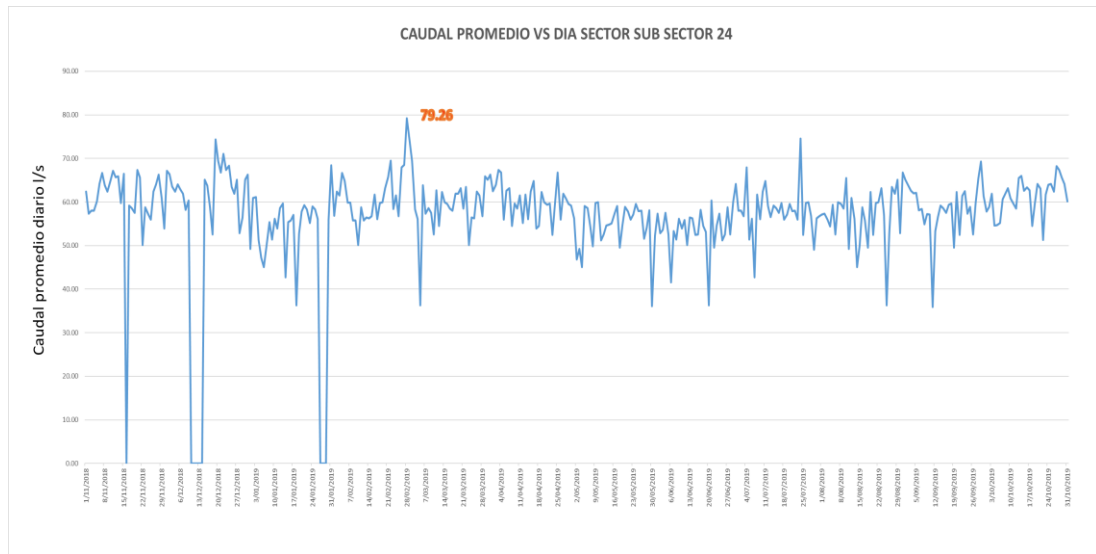
Caudal Promedio Diario – Sub Sector 24 – Año 2018 – 2019

Días	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19
1	62.39	67.20	49.21	56.81	74.33	62.50	56.28	57.35	58.04	57.11	65.13	57.85
2	57.35	66.43	60.95	62.42	69.43	63.91	46.81	52.89	58.04	57.34	63.74	58.90
3	58.04	63.59	61.14	61.50	58.31	67.34	49.21	53.65	56.78	55.92	62.63	61.94
4	58.04	62.40	21.32	66.65	56.03	66.80	45.04	57.54	67.98	54.42	62.01	54.60
5	60.19	64.01	47.18	64.81	36.27	55.92	59.11	52.59	51.36	59.34	62.08	54.74
6	64.25	62.91	45.04	59.87	63.83	62.57	58.58	41.58	56.13	52.59	58.07	55.18
7	66.71	61.93	49.84	59.88	57.35	63.16	54.52	53.33	42.69	59.97	58.38	60.60
8	63.83	58.20	55.35	55.82	58.63	54.52	49.84	51.36	61.75	59.54	54.88	61.90
9	62.37	60.39	51.36	55.80	57.54	59.63	59.76	56.13	56.08	58.53	57.24	63.16
10	64.82		56.13	50.14	52.59	58.53	59.93	53.94	62.37	65.50	57.15	60.80
11	67.17		53.94	58.75	62.65	61.55	51.21	55.87	64.82	49.21	35.91	59.54
12	65.74		58.58	55.82	54.52	55.15	52.59	50.14	59.11	60.95	53.33	58.53
13	65.89		59.63	56.44	62.25	61.75	54.60	56.44	56.55	56.13	56.55	65.50
14	59.73		42.69	56.28	59.98	56.08	54.78	56.28	59.14	45.04	59.14	66.03
15	66.49	65.13	55.43	56.76	59.54	62.37	55.12	52.50	58.63	50.14	58.63	62.57
16		63.74	55.75	61.75	58.53	64.82	57.35	52.59	57.54	58.75	57.54	63.40
17	59.14	58.86	57.08	56.08	58.04	53.91	59.08	58.20	59.76	55.82	59.38	62.65
18	59.63	52.59	36.27	59.76	61.94	54.52	49.56	54.52	55.94	49.56	59.67	54.52
19	57.54	74.13	52.65	59.93	61.90	62.25	54.57	53.12	57.15	62.25	49.56	59.63
20	67.34	69.43	57.78	63.16	63.16	59.97	58.85	36.27	59.54	52.50	62.25	64.14
21	65.64	66.80	59.29	65.69	58.53	59.38	57.81	60.39	57.90	59.76	52.50	63.09
22	50.14	71.09	58.33	69.48	63.45	59.67	55.94	49.56	58.04	59.93	61.38	51.28
23	58.75	67.39	55.15	58.42	50.14	52.50	57.15	54.57	55.92	63.16	62.50	61.67
24	57.24	68.29	58.95	61.55	56.44	59.76	59.54	57.36	56.81	57.08	57.36	63.91
25	55.92	63.45	58.31	56.78	56.28	66.80	57.90	51.21	52.50	36.27	58.86	64.18
26	62.40	61.95	56.03	67.98	62.42	55.92	58.04	52.59	59.76	52.65	52.59	62.44
27	64.01	65.13		68.53	61.55	61.94	51.54	58.80	59.93	63.45	59.97	68.19
28	66.28	52.89		79.26	56.78	60.80	54.14	52.53	78.76	61.95	65.45	67.34
29	60.95	56.48			65.89	59.54	58.09	60.08	49.02	65.13	69.32	65.64
30	53.94	65.16	55.92		65.16	59.14	36.07	64.19	56.28	52.89	61.41	64.19
31		66.28	68.44		66.28		52.31		56.76	66.80		60.15
Promedio	61.41	63.69	56.56	60.93	59.67	60.09	54.37	53.92	58.10	56.76	58.49	61.23
Máximo	67.34	74.13	68.44	79.26	74.33	67.34	59.93	64.19	78.76	66.80	69.32	68.19

Nota: EPS Tacna S.A.

Figura 13

Caudal Promedio Diario – Sub Sector 24 – Año 2018 – 2019



Nota: EPS Tacna S.A.

4.3.3. Determinación Del Máximo Consumo Horario y Del Factor K2

Para determinar estos parámetros se procedió a realizar una comparación entre el caudal promedio y el máximo caudal horario obtenido durante los años 2018 y 2019, se puede sacar un caudal máximo anual de 107.56 l/seg, que concuerda con el caudal máximo de 58.60 l/seg.

$$\text{Caudal Máximo horario (Qmh)} = K2 * Qp$$

$$k2 = \frac{Qmh}{Qp} \quad [2]$$

$$k2 = \frac{107.56}{58.60}$$

$$k2 = 1.83$$

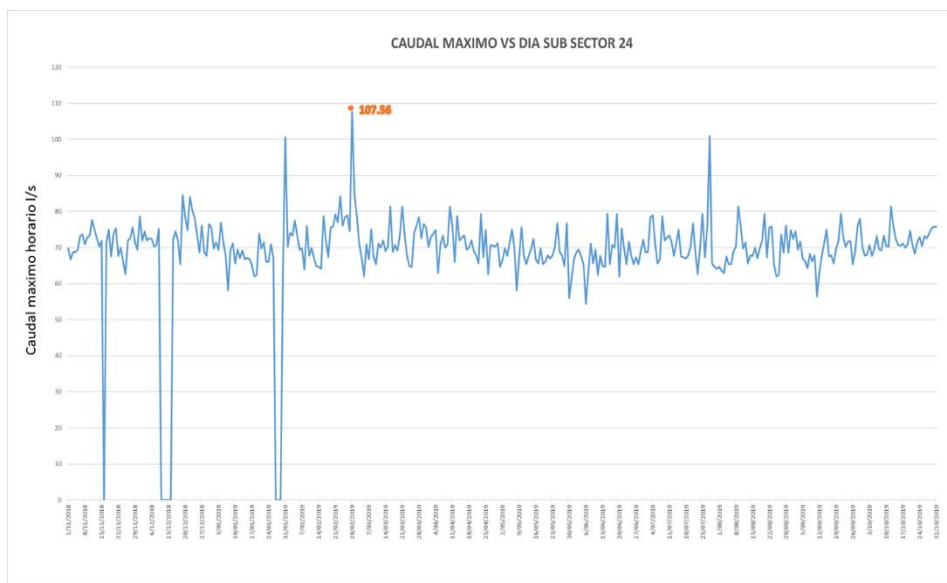
Tabla 11*Caudal máximo Diario – Sub Sector 24- Año 2018 - 2019*

Días	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19
1	69.75	78.56	69.75	70.31	84.56	70.13	64.69	66.75	68.63	64.69	72.38	67.88
2	66.75	71.81	71.44	74.06	78.56	72.94	66.46	68.63	68.81	63.56	74.44	68.06
3	68.63	74.44	69.38	73.31	70.88	73.88	69.75	69.38	78.38	63.00	69.38	70.69
4	68.81	72.00	76.88	77.44	67.13	74.81	67.69	67.50	78.94	67.50	71.63	67.69
5	69.34	72.56	71.53	73.31	62.06	63.00	71.25	65.44	71.06	65.44	66.94	69.56
6	73.13	72.38	67.69	69.38	70.88	70.69	75.00	54.38	65.63	65.44	66.19	73.13
7	73.69	70.31	58.13	69.75	66.75	73.31	69.94	63.19	66.75	69.00	64.31	69.56
8	70.88	70.69	69.38	63.94	75.00	69.94	58.13	71.06	78.75	70.31	68.25	69.19
9	72.75	75.19	71.06	75.94	67.50	70.88	67.31	65.63	72.00	81.38	66.19	73.31
10	73.31		65.63	67.69	65.44	81.38	75.56	69.38	72.75	75.94	67.88	70.50
11	77.63		69.38	69.94	71.06	76.13	67.69	62.44	73.31	69.75	56.44	70.31
12	75.00		67.13	67.13	69.94	66.00	65.44	67.69	71.25	71.44	63.19	81.38
13	72.56		69.19	64.88	72.00	78.75	67.69	64.88	67.69	65.63	67.69	75.94
14	70.31		66.75	64.69	69.00	72.00	69.56	64.69	71.25	67.69	71.25	72.38
15	71.81	72.38	67.13	64.13	70.31	72.75	72.35	79.31	75.00	67.69	75.00	70.69
16		74.44	66.75	78.75	81.38	73.31	66.75	65.44	67.50	69.94	67.50	70.50
17	71.25	71.81	65.06	72.00	68.81	69.38	65.63	70.69	67.31	67.13	67.88	71.06
18	75.00	65.44	62.06	67.31	70.69	69.94	69.75	69.94	66.94	69.75	65.63	69.94
19	67.50	84.56	62.44	75.56	69.19	72.00	65.45	79.31	67.88	72.00	69.75	70.88
20	73.88	78.56	73.88	75.75	73.31	69.00	66.19	62.06	70.31	79.31	72.00	74.63
21	75.38	74.81	69.75	79.13	81.38	67.88	67.88	75.19	76.69	67.31	79.31	70.69
22	67.69	84.00	71.44	77.06	73.69	65.63	66.94	69.75	68.81	75.56	72.75	68.25
23	69.94	80.44	66.00	84.19	67.69	79.31	67.88	65.45	62.63	75.75	70.13	71.44
24	66.19	78.19	66.19	76.13	64.88	67.31	70.31	71.63	70.31	65.06	71.63	72.94
25	62.63	73.69	70.88	78.38	64.69	74.81	76.69	67.69	79.31	62.06	71.81	70.50
26	72.00	68.63	67.13	78.94	74.06	62.63	68.81	65.44	67.31	62.44	65.44	73.13
27	72.56	76.13		74.63	76.13	70.69	67.69	67.31	75.56	73.69	69.00	72.56
28	75.56	76.13		107.56	78.38	70.50	64.88	65.44	100.88	68.63	75.94	73.88
29	71.44	67.69			72.56	70.31	76.69	69.00	65.63	76.13	78.00	75.38
30	69.38	76.50	62.63		76.50	71.25	55.99	72.19	64.69	68.63	70.13	75.75
31		75.56	100.50		75.56		61.47		64.13	74.81		75.75
Máximo	77.63	84.56	100.50	107.56	84.56	81.38	76.69	79.31	100.88	81.38	79.31	81.38

Nota: EPS Tacna S.A.

Figura 14

Caudal Máximo Diario – Sub Sector 24 – Año 2018 – 2019



Nota: EPS Tacna S.A

Podemos concluir para el Sub Sector 24 el factor K1 es igual a 1.35, no se asemeja a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones y el factor K2 es igual a 1.83, que según la norma está dentro del rango de los parámetros.

Según el Cuadro de Uso de Factores K1 y K2 en la región de Tacna.

Tabla 12*Cuadro de Uso de Factores K1 y K2 en la región de Tacna*

Ítem	Obra o Proyecto	K1 utilizado	K2 utilizado
1	Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación e Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asoc. de Viv. Manco Capac, Santa Rita, Av. Productores, Calle N 03, Calle Charango, Prol. Av. 28 de Agosto, Calle Ramos y Capanique y la Calle 01(06), Av. Luis Banchemo Rossi, Calle Colombia, Av. Industrial Tramo Cahuide hasta la Av. Jorge Basadre, Distrito de Pocollay - Tacna – Tacna" de la Municipalidad Distrital de Pocollay.	1.3	1.8
2	"Instalación del Servicio de Agua Potable y Desagüe en la Habilitación Urbana Los Álamos II Etapa, Distrito Tacna, Tacna – Tacna" de la Urbanizadora Los Portales	1.3	2.5
3	"Rehabilitación de la Capacidad de Prestación del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado en la Junta Vecinal Virgen del Carmen, Distrito de Tacna - Tacna" de la EPS TACNA S.A.	1.3	1.8
4	Instalación del Servicio de Redes de Agua Potable y Alcantarillado en la Asoc. de Vivienda San Carlos Sector Silpay, Distrito De Gregorio Albarracín, Provincia de Tacna – Tacna de Inversión Privada	1.3	1.8
5	"Renovación y Mejoramiento de las Redes de Agua Potable y Alcantarillado en el Centro Histórico de Tacna – II Etapa" de la EPS TACNA S.A.	1.2	2.0
6	"Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado en las Asociaciones de Vivienda Túpac Amaru y Virgen de la Asunta, Distrito de Alto de la Alianza – Tacna" de la Municipalidad Distrital de Alto de la Alianza	1.2	2.0
7	Mejoramiento de las Redes de Agua y Desagüe de la Ampliación Ciudad Nueva, Distrito de Ciudad Nueva – Tacna – Tacna de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva	1.3	1.8
8	Ampliación de Redes de Agua Potable e Instalación de la Red de Alcantarillado en el Asentamiento Humano Asociación del Frente Único de las Siete Asociaciones de Vivienda del Cono Norte, Distrito de Ciudad Nueva – Tacna – Tacna de la Municipalidad Distrital de ciudad Nueva.	1.3	2.5
9	"Memoria de Cálculo del "Expediente Técnico de Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado de la Habilitación Urbana La Planicie de Tacna III Etapa" de la Urbanizadora Los Portales.	1.3	1.8
10	Instalación Redes de Agua Potable y Alcantarillado en el Fundo San Pablo Inversión Privada	1.3	1.8
11	"Renovación de Redes de Agua Potable y Alcantarillado con Conexiones Domiciliarias de la Junta Vecinal La Victoria de la Ciudad de Tacna – Tacna" de la EPS TACNA S.A.	1.3	2.0
12	Renovación y Ampliación de Redes en La Calle San Hilarión de Tacna de la EPS TACNA S.A.	1.3	1.8

Nota: Banco de Proyectos de la EPS TACNA S.A., elaboración Ing. Silva Charaja

Se puede observar que, tanto en los estudios realizados en otras regiones como en Tacna, el Coeficiente de variación diaria K1 está entre 1.2 – 1.3, en cambio el Coeficiente de variación horaria K2 varía para cada expediente.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

En el estudio de Arango Estrada, T. (2009), determina que revisaron y depuraron la información determinando que el volumen promedio diario del año y el volumen máximo diario y horario, eran 1.15 – 1.64; 1.15 – 1.73 y 1.29 – 2.2.8 respectivamente, específicamente en la zona de Lima Metropolitana y Callao, datos que se analizaron para los estratos residenciales, medio y populares. En cambio, en los datos obtenidos en el Sub Sector 24 se obtuvo que K1 es 1.35 y el K2 1.83 siendo parecido en el estrato residencial medio, se puede determinar que en la zona el factor que prevalece es la actividad económica que determina que las personas estén el mayor tiempo fuera de sus viviendas.

Tanto Alex J. Garzón Orduña. (2014) y Borbor Vásquez, E. (2015)., determina parámetros de consumo y caudales máximos, que pueden apoyar un diseño óptimo de las redes de agua potable que determinen patrones de consumo en la población, esto ayudaría poder conocer el comportamiento de la población y definir los coeficientes reales de variación. Coinciden con la presente investigación al fomentar el conocer los factores que influyen directamente es estos coeficientes, permiten evaluar las renovaciones que se pueden hacer en el sector considerando que está consolidada y se puede corregir estos parámetros.

Con Gonzales (2016) se determinó los valores reales de los coeficientes de variación diaria K1 y el coeficiente de variación horaria K2 en Cusco, siendo los resultados un coeficiente de variación diaria (k1) de 1.236 y un coeficiente de variación de la demanda horaria de agua potable (k2) de 2.063 los cuales varían respecto al Sub Sector 24. Encontrando la mayor diferencia en el coeficiente de variación horaria (K2=1.83), considerando que en la zona su actividad económica es mayormente comercial.

Con respecto a los datos obtenidos por Silva Charaja, J. (2018) en el sub sector operacional 22, existe una diferencia considerable en el coeficiente de variación horaria es de K2 = 2.05 con respecto a 1.83, siendo necesario actualizar esos datos de acuerdo a las zonas. Aquí es clara la diferencia en el coeficiente de variación horaria, pese que es la misma ciudad se puede apreciar que el comportamiento del consumo de la población es diferente.

CONCLUSIONES

- La metodología empleada es la correcta para obtener los valores reales de los coeficientes de variación diaria y horaria del Sub sector 24, en los cuales se realizaron dos procesos de recopilación de datos, obteniendo una información importante para el procesamiento de los datos. Concluyendo en una metodología más óptima para la obtención de los coeficientes.
- Se concluye que uno de los factores principales es el manejo de macromedidores electromagnéticos, los cuales permiten el control de los caudales de salida del reservorio para su distribución, así como los volúmenes distribuidos.
- Se concluye que una disminución o corte de energía, puede causar fallas en el registro de información, siendo necesario garantizar la operatividad de los equipos.
- Se determinó con los procedimientos realizados que el Coeficiente de Variación diaria K1 correspondiente a $K1=1.35$, el cual no se asemeja a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones en donde se indica $K1=1.30$ para los casos donde no se disponga de información estadística. Por lo que se concluye que el K1 del Sub sector de estudio requiere mayor demanda diaria.
- Se determinó con los procedimientos realizados que el Coeficiente de Variación horaria K2 correspondiente a $K2 = 1.83$ estando dentro de lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones en donde se establece un rango entre 1.8 a 2.5, por lo que se concluye K2 del Sub sector de estudio tiene un comportamiento similar a lo establecido en el RNE.
- Se concluye que al contar con el K1 y K2 reales del Sub Sector 24 se podría usar los valores reales para optimizarse los diseños y que estos puedan ser más eficientes.

RECOMENDACIONES

- Como aporte para los futuros expedientes técnicos en el desarrollo de las memorias de cálculo se utilicen los factores de variación de consumos encontrados para el Sub Sector 24 como son $K1 = 1.35$ y $K2 = 1.83$, que son datos reales de consumo logrando un diseño real.
- Se recomienda realizar una comparación con el consumo de los micromedidores para detallar las categorías de uso como son doméstico, industrial, comercio, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALÁ, M. (2016). *Micro-simulación del tráfico de la intersección de las Avenidas Bolívar, Córdova y calle Andalucía empleando el software Vissim 6.*
- AHUMADA G. (2011). *Estimación de coeficiente de demanda. Tacna: Universidad Nacional de Tacna.*
- AGÜERO, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento.*
- ARANGO, T. (2009). *Determinación de los Coeficientes de variación diaria (K1) y horaria (K2) para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao. Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Ambiental.*
- AZEVEDO, N., ET AL. (1976). *Manual de hidráulica. (pp. 30). Condado de Harlan.*
- BORBOR, E. (2015). *Diseño de optimización de redes de agua potable y alcantarillado sanitario del Sector 12 del distrito de Manantay - Coronel Portillo – Ucayali. Universidad Nacional de Ucayali - Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil.*
- COTRADO, K., & GUTIERREZ, G. (2019). *Evaluación de la red existente de agua potable del Sub Sector de distribución 24 en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia y Región de Tacna. Universidad Privada de Tacna - Facultad de Ingeniería.*
- DELGADO, Y., & ZORRILLA, C. (2018). *Evaluación, determinación y comparación de los coeficientes de variación diaria y horaria (K1 y K2) con los coeficientes brindados en el RNE, para futuras obras de saneamiento en la ciudad de Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali - Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil.*
- DOROTEO, F. (2015). SILVA, J. (2018). *Coeficientes reales de variaciones de consumo de agua para obras de saneamiento en la Región Tacna. Universidad Privada de Tacna – Escuela de Postgrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Facultad de Ingeniería Civil.*
- EPS TACNA S.A. (2013). *EPS TACNA S.A. (2013 - 2043). Plan Maestro Optimizado Actualizado.*

- GARZÓN, A. (2014). *Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ingeniería.*
- HOYOS, D., & TUESTA, C. (2017). *Simulación hidráulica de las redes de distribución del barrio Zaragoza a partir de la determinación de los coeficientes de variación diaria y horaria, para futuras habilitaciones urbanas de la ciudad de Moyobamba 2016. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto - Facultad de Ecología.*
- HUAMÁN., & PÉREZ C. (2019). *Evaluación de criterios de los parámetros de dotación y su influencia en el diseño para sistemas de redes de agua potable en la ciudad de Tacna – 2018.*
- JORGE G., IGLESIAS P., LÓPEZ G., MARTÍNEZ F., PÉREZ, R. (2002). *Análisis y diseño de sistemas hidráulicos. España - Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.*
- MAGNE, F. (2008). *Abastecimiento, Diseño y Construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria I, p. 18 – 39.*
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y F. (2011). *Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos*
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones.*
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S. (2006). *Norma OS.050. Redes de distribución de agua para consumo humano. Reglamento Nacional de Edificaciones, p. 36.*
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S. (2011). *Manual de red de distribución de Agua Potable, p. 2-8.*
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S. (2011). *Norma OS.100. Consideraciones básicas de diseño de Infraestructura Sanitaria. Reglamento Nacional de Edificaciones.*
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y S. (2016). *Guía de orientación para elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento, p. 24.*
- PINGO, P. (2004). *Factibilidad técnico económica de la fuente de abastecimiento de agua de la localidad de El Alto.*
- RINCÓN, W., & CÓRDOBA, W. (2017). *Determinación de los factores de mayoración para el consumo de agua potable en el Municipio de Sibaté con respecto a los definidos en la Resolución Número 0330 del 8 de junio de 2017. Universidad Católica de Colombia - Facultad de Ingeniería.*

- RODRÍGUEZ, P. (2001). *Abastecimiento de agua. (pp.45) Oaxaca, México.*
- SEDAPAL (2005). *Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima metropolitana y Callao.*
- SILVA, J. (2018). *Coeficientes reales de variaciones de consumo de agua para obras de saneamiento en la Región Tacna. Universidad Privada de Tacna – Escuela de Postgrado.*
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (2013). *Resolución de Consejo Directivo N°023-2013-SUNASS-CD, p. 3.*
- TESAICO, JOSSE (2018). *Mejoramiento del sistema de agua potable en Sub Sector 07, sector IV en la ciudad de Tacna.*
- WILSON, N. (2016). *Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco. Universidad Andina del Cusco – Facultad de Ingeniería y Arquitectura.*

ANEXOS

Matriz De Consistencia

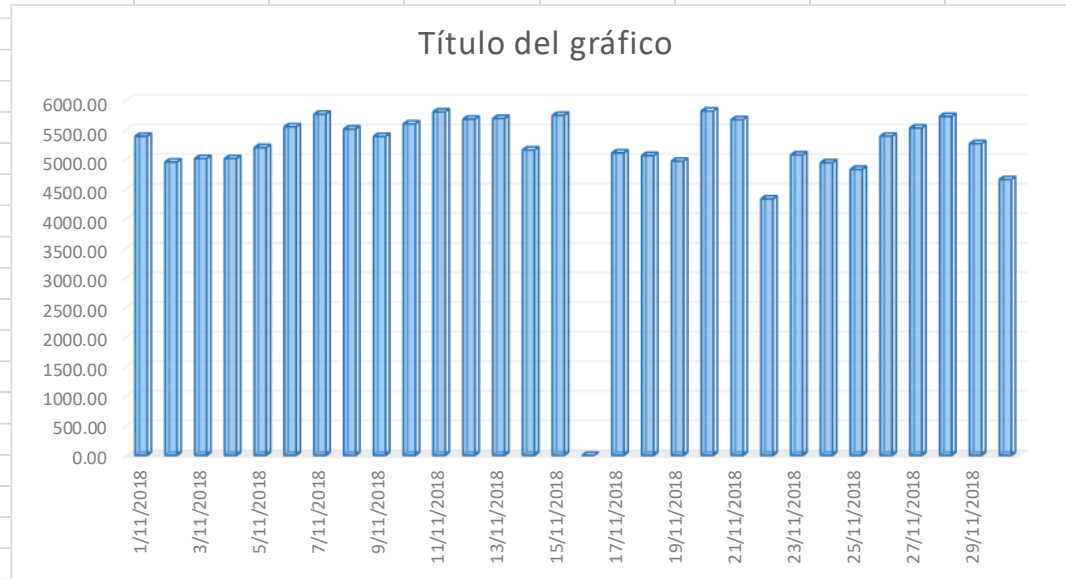
TÍTULO: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES REALES DE VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) PARA MEJORAR FUTUROS DISEÑOS DE OBRAS DE SANEAMIENTO DEL SUB SECTOR 24 DE LA CIUDAD DE TACNA

Problema Principal	Objetivo General	Hipótesis General	Variables e Indicadores	Metodología
¿Cuáles son los coeficientes reales de variación diaria y horaria que permitan mejorar el diseño de obras de saneamiento del Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna?	Determinar los coeficientes reales de variación diaria (K1) y horaria (K2) para mejorar el diseño de obras de saneamiento en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.	Los coeficientes reales de variación diaria (K1) y horaria (K2) mejoran el diseño de obras de saneamiento en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.	<p>Variable Independiente: Coeficientes reales de variación de consumos</p> <p>Ind. Independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clima - Caudal promedio - Dotación de agua - Población - Máximo caudal diario - Máximo caudal horario - Registro de consumos - Tipo de macromedidor <p>Variable Dependiente: Nivel de Servicio.</p> <p>Ind. Dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presión promedio - Presión de servicio en redes - Velocidad media en tuberías 	<p>Tipos de Investigación: Descriptivo</p> <p>Diseño de la investigación: Documental.</p> <p>Método: Inductivo - Deductivo Relación de información:</p> <p>Técnica: Trabajo de campo y procesamiento de información: Categorización de Variables. Software: Excel, Word y AutoCAD. Estimación de Variables.</p>
Problemas Secundarios	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cómo se puede determinar una metodología para obtener los valores de los coeficientes de variación diaria y hora en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna?	Determinar una metodología para obtener los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.	La metodología es la correcta para obtener los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.		
¿Qué factores son los que influyen en la determinación de los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna?	Determinar los factores que influyen directamente en los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.	Existen factores que influyen directamente en los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria en el Sub Sector 24 de la ciudad de Tacna.		
¿Cuál es la diferencia con lo indicado el Reglamento Nacional de Edificaciones?	Comparar los coeficientes de variación diario y horario con los que indica el Reglamento Nacional de Edificaciones.	Los coeficientes de la variación diario y horario del Reglamento Nacional de Edificaciones, no son los más óptimos para un futuro diseño.		

TABLAS DE CONSUMO DE AGUA

DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE NOVIEMBRE-2018

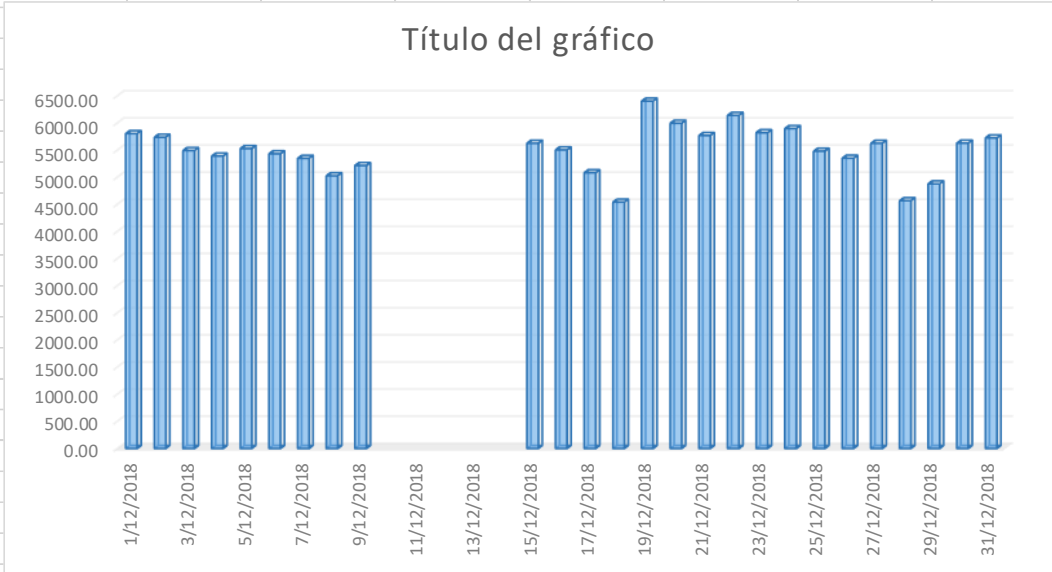
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/11/2018	5390.86	62.39	69.75
2/11/2018	4954.71	57.35	66.75
3/11/2018	5014.52	58.04	68.63
4/11/2018	5014.52	58.04	68.81
5/11/2018	5200.20	60.19	69.38
6/11/2018	5551.62	64.25	73.13
7/11/2018	5763.46	66.71	73.69
8/11/2018	5514.75	63.83	70.88
9/11/2018	5388.81	62.37	72.75
10/11/2018	5600.57	64.82	73.31
11/11/2018	5803.07	67.17	77.63
12/11/2018	5679.97	65.74	75.00
13/11/2018	5693.14	65.89	72.56
14/11/2018	5160.86	59.73	70.31
15/11/2018	5745.11	66.49	71.81
16/11/2018	0.00	0.00	0.00
17/11/2018	5109.94	59.14	71.25
18/11/2018	5065.97	58.63	75.00
19/11/2018	4971.09	57.54	67.50
20/11/2018	5817.96	67.34	73.88
21/11/2018	5671.08	65.64	75.38
22/11/2018	4332.15	50.14	67.69
23/11/2018	5076.00	58.75	69.94
24/11/2018	4945.32	57.24	66.19
25/11/2018	4831.34	55.92	62.63
26/11/2018	5391.36	62.40	72.00
27/11/2018	5530.68	64.01	72.56
28/11/2018	5726.70	66.28	75.56
29/11/2018	5266.16	60.95	71.44
30/11/2018	4660.20	53.94	69.38



Consumo de agua Noviembre 2018

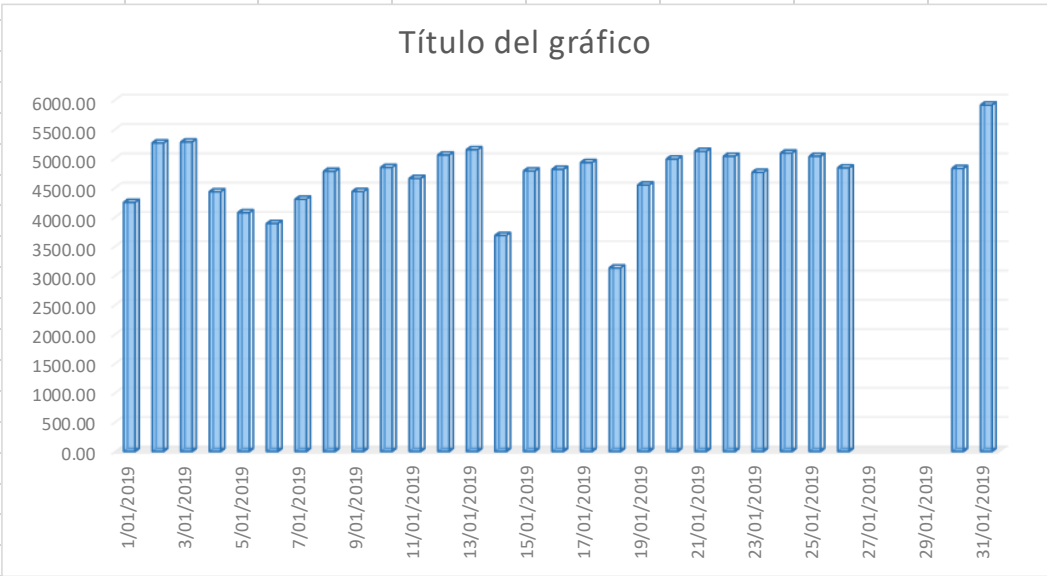
DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE DICIEMBRE-2018

FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/12/2018	5806.08	67.20	78.56
2/12/2018	5739.22	66.43	71.81
3/12/2018	5494.11	63.59	74.44
4/12/2018	5391.36	62.40	72.00
5/12/2018	5530.68	64.01	72.56
6/12/2018	5435.10	62.91	72.38
7/12/2018	5350.63	61.93	70.31
8/12/2018	5028.23	58.20	70.69
9/12/2018	5217.48	60.39	75.19
10/12/2018			
11/12/2018			
12/12/2018			
13/12/2018			
14/12/2018			
15/12/2018	5627.19	65.13	72.38
16/12/2018	5506.75	63.74	74.44
17/12/2018	5085.64	58.86	71.81
18/12/2018	4543.48	52.59	65.44
19/12/2018	6405.26	74.13	84.56
20/12/2018	5998.32	69.43	78.56
21/12/2018	5771.52	66.80	74.81
22/12/2018	6141.96	71.09	84.00
23/12/2018	5822.89	67.39	80.44
24/12/2018	5899.84	68.29	78.19
25/12/2018	5481.68	63.45	73.69
26/12/2018	5352.48	61.95	68.63
27/12/2018	5626.80	65.13	76.13
28/12/2018	4569.48	52.89	68.63
29/12/2018	4879.67	56.48	67.69
30/12/2018	5629.50	65.16	76.50
31/12/2018	5726.70	66.28	75.56



Consumo de agua Diciembre 2018

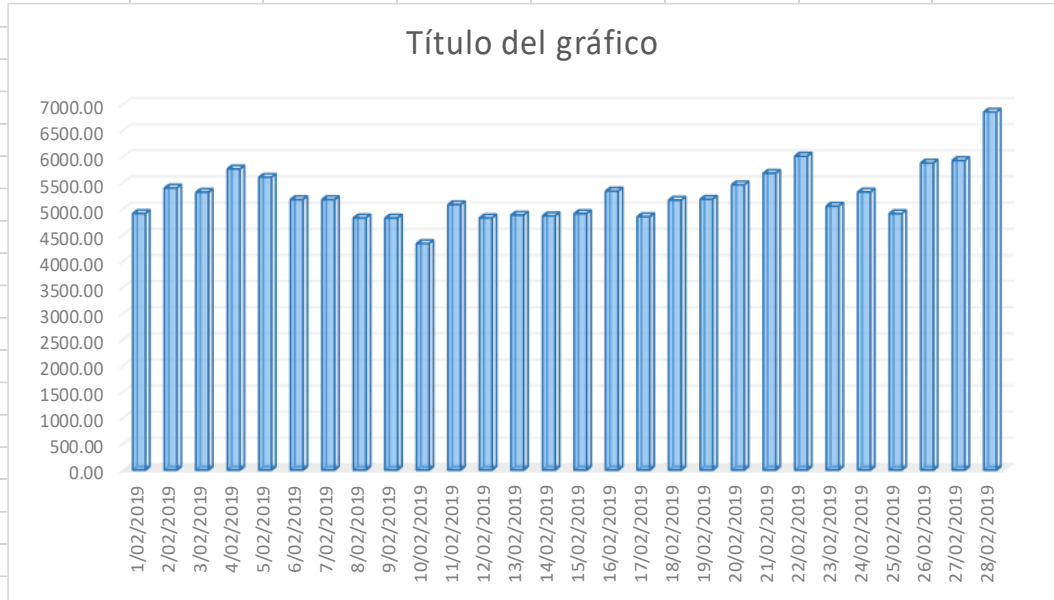
DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE ENERO-2019			
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/01/2019	4251.96	49.21	69.75
2/01/2019	5266.16	60.95	71.4375
3/01/2019	5282.36	61.14	69.375
4/01/2019	4434.17	51.32	76.875
5/01/2019	4076.61	47.18	71.625
6/01/2019	3891.47	45.04	67.6875
7/01/2019	4305.96	49.84	58.125
8/01/2019	4782.24	55.35	69.375
9/01/2019	4437.72	51.36	71.0625
10/01/2019	4849.20	56.13	65.625
11/01/2019	4660.20	53.94	69.375
12/01/2019	5060.88	58.58	67.125
13/01/2019	5151.60	59.63	69.1875
14/01/2019	3688.20	42.69	66.75
15/01/2019	4788.72	55.43	67.125
16/01/2019	4816.80	55.75	66.75
17/01/2019	4931.28	57.08	65.0625
18/01/2019	3133.69	36.27	62.0625
19/01/2019	4548.96	52.65	62.4375
20/01/2019	4991.76	57.78	73.875
21/01/2019	5122.94	59.29	69.75
22/01/2019	5039.36	58.33	71.4375
23/01/2019	4765.11	55.15	66
24/01/2019	5093.03	58.95	66.1875
25/01/2019	5038.20	58.31	70.875
26/01/2019	4840.56	56.03	67.125
27/01/2019			
28/01/2019			
29/01/2019			
30/01/2019	4831.34	55.92	62.625
31/01/2019	5913.00	68.44	100.5



Consumo de agua Enero 2019

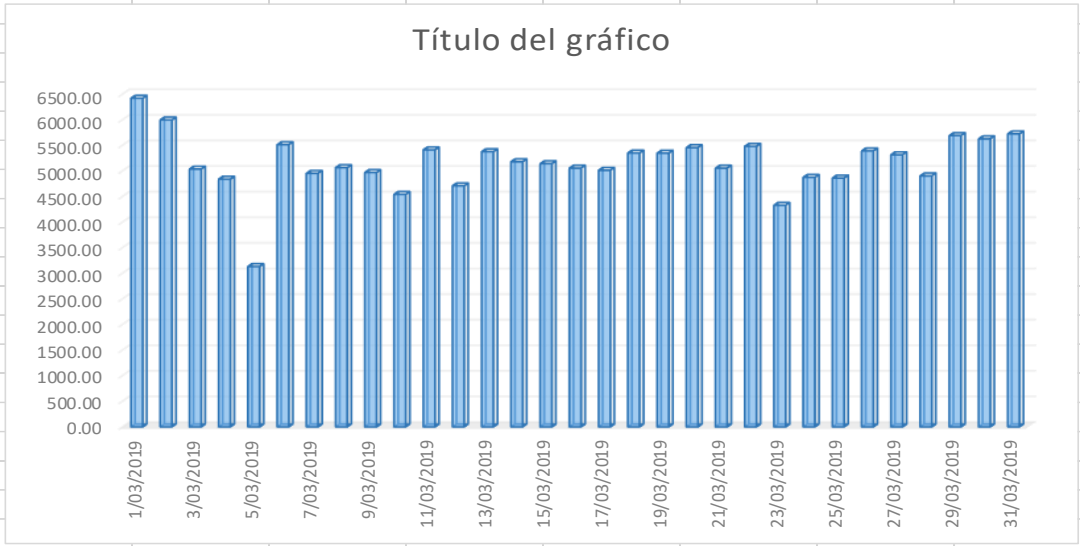
DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE FEBRERO-2019

FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/02/2019	4908.60	56.81	70.31
2/02/2019	5393.13	62.42	74.06
3/02/2019	5313.60	61.50	73.31
4/02/2019	5758.48	66.65	77.44
5/02/2019	5599.41	64.81	73.31
6/02/2019	5172.86	59.87	69.38
7/02/2019	5173.20	59.88	69.75
8/02/2019	4822.54	55.82	63.94
9/02/2019	4821.12	55.80	75.94
10/02/2019	4332.15	50.14	67.69
11/02/2019	5076.00	58.75	69.94
12/02/2019	4822.54	55.82	67.13
13/02/2019	4876.20	56.44	64.88
14/02/2019	4862.16	56.28	64.69
15/02/2019	4904.28	56.76	64.13
16/02/2019	5335.20	61.75	78.75
17/02/2019	4845.05	56.08	72.00
18/02/2019	5163.17	59.76	67.31
19/02/2019	5178.21	59.93	75.56
20/02/2019	5456.70	63.16	75.75
21/02/2019	5675.40	65.69	79.13
22/02/2019	6003.45	69.48	77.06
23/02/2019	5047.20	58.42	84.19
24/02/2019	5317.65	61.55	76.13
25/02/2019	4905.36	56.78	78.38
26/02/2019	5873.12	67.98	78.94
27/02/2019	5921.10	68.53	74.63
28/02/2019	6848.06	79.26	107.56



Consumo de agua Febrero 2019

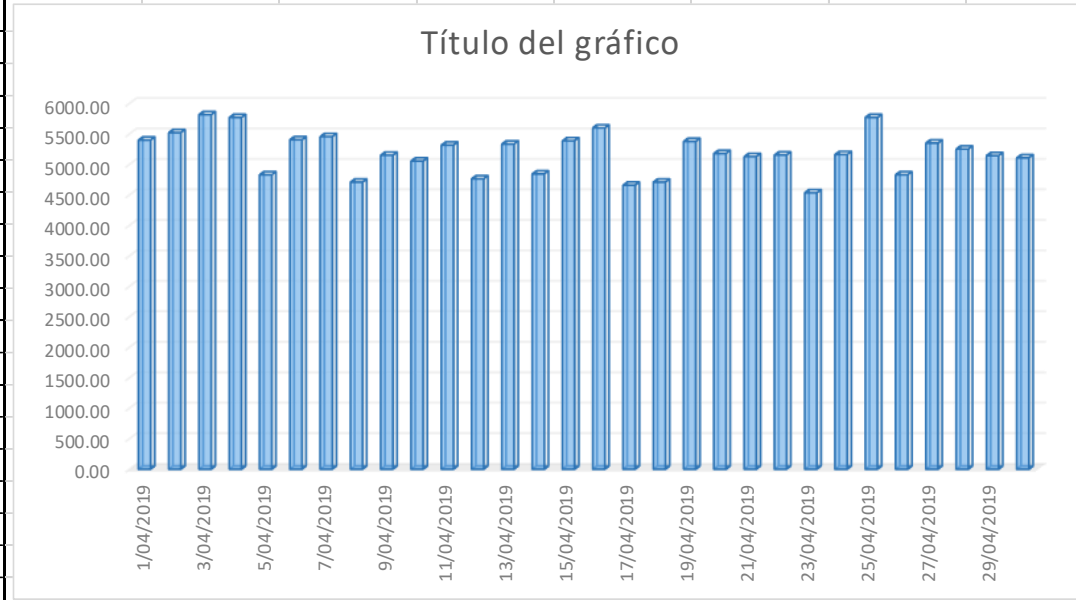
DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE MARZO-2019			
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/03/2019	6422.21	74.33	84.56
2/03/2019	5998.32	69.43	78.56
3/03/2019	5038.20	58.31	70.88
4/03/2019	4840.56	56.03	67.13
5/03/2019	3133.69	36.27	62.06
6/03/2019	5514.75	63.83	70.88
7/03/2019	4954.71	57.35	66.75
8/03/2019	5065.97	58.63	75.00
9/03/2019	4971.09	57.54	67.50
10/03/2019	4543.48	52.59	65.44
11/03/2019	5413.11	62.65	71.06
12/03/2019	4710.73	54.52	69.94
13/03/2019	5378.40	62.25	72.00
14/03/2019	5181.30	59.97	69.00
15/03/2019	5144.66	59.54	70.31
16/03/2019	5056.71	58.53	81.38
17/03/2019	5014.52	58.04	68.81
18/03/2019	5351.40	61.94	70.69
19/03/2019	5348.31	61.90	69.19
20/03/2019	5457.24	63.16	73.31
21/03/2019	5056.71	58.53	81.38
22/03/2019	5481.68	63.45	73.69
23/03/2019	4332.15	50.14	67.69
24/03/2019	4876.20	56.44	64.88
25/03/2019	4862.16	56.28	64.69
26/03/2019	5393.13	62.42	74.06
27/03/2019	5317.65	61.55	76.13
28/03/2019	4905.36	56.78	78.38
29/03/2019	5693.14	65.89	72.56
30/03/2019	5629.50	65.16	76.50
31/03/2019	5726.70	66.28	75.56



Consumo de agua Marzo 2019

DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE ABRIL-2019

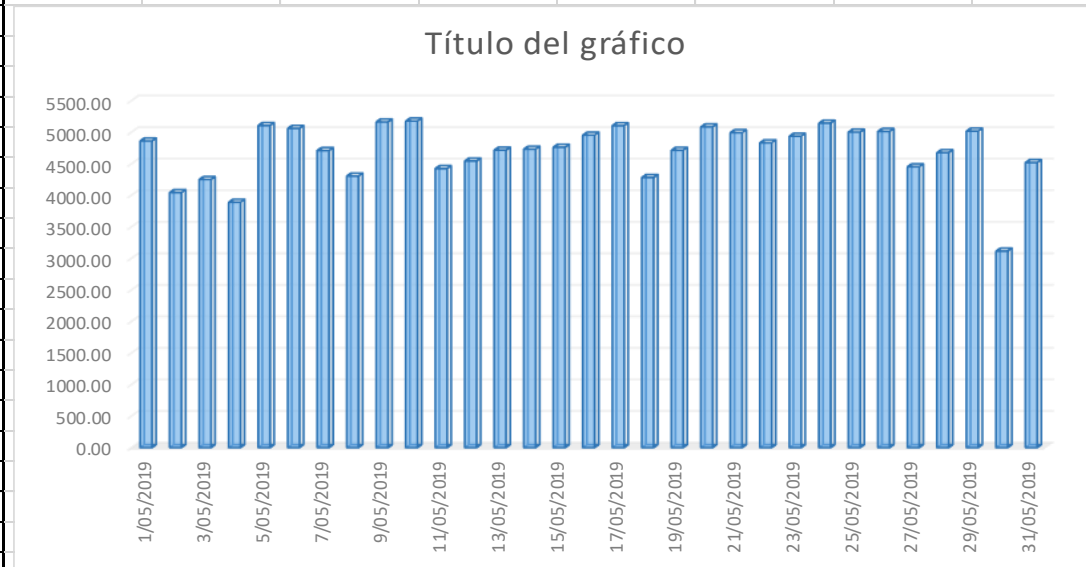
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/04/2019	5400.39	62.50	70.13
2/04/2019	5521.89	63.91	72.94
3/04/2019	5817.96	67.34	73.88
4/04/2019	5771.52	66.80	74.81
5/04/2019	4831.07	55.92	63.00
6/04/2019	5406.17	62.57	70.69
7/04/2019	5457.24	63.16	73.31
8/04/2019	4710.73	54.52	69.94
9/04/2019	5151.60	59.63	70.88
10/04/2019	5056.71	58.53	81.38
11/04/2019	5317.65	61.55	76.13
12/04/2019	4765.11	55.15	66.00
13/04/2019	5335.20	61.75	78.75
14/04/2019	4845.05	56.08	72.00
15/04/2019	5388.81	62.37	72.75
16/04/2019	5600.57	64.82	73.31
17/04/2019	4660.20	53.94	69.38
18/04/2019	4710.73	54.52	69.94
19/04/2019	5378.40	62.25	72.00
20/04/2019	5181.30	59.97	69.00
21/04/2019	5130.00	59.38	67.88
22/04/2019	5155.65	59.67	65.63
23/04/2019	4536.00	52.50	79.31
24/04/2019	5163.17	59.76	67.31
25/04/2019	5771.52	66.80	74.81
26/04/2019	4831.34	55.92	62.63
27/04/2019	5351.40	61.94	70.69
28/04/2019	5253.12	60.80	70.50
29/04/2019	5144.66	59.54	70.31
30/04/2019	5109.94	59.14	71.25



Consumo de agua Abril 2019

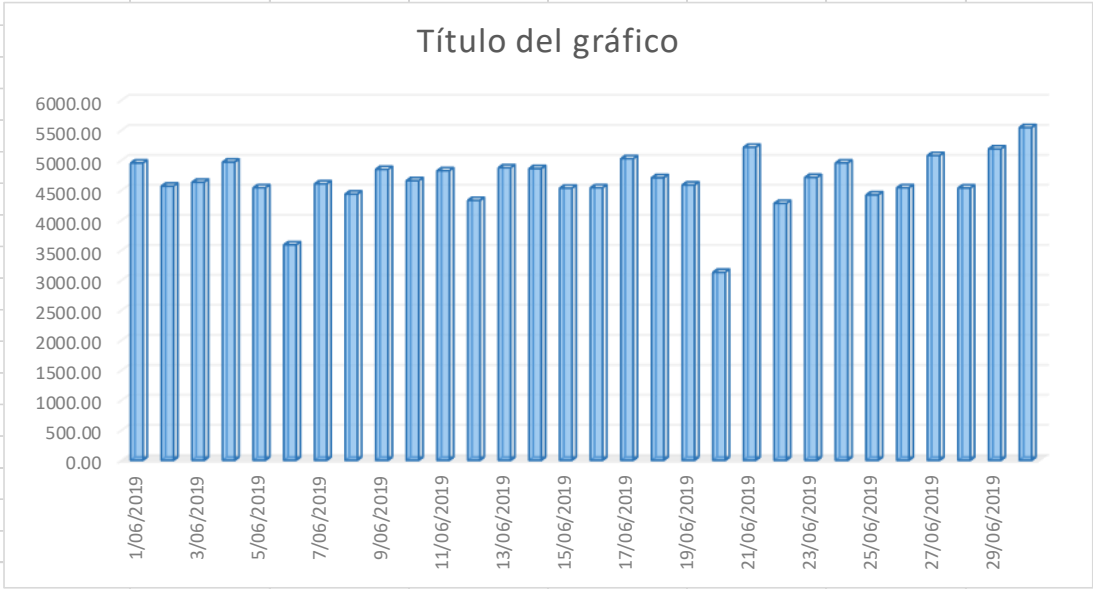
DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE MAYO-2019

FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/05/2019	4862.16	56.28	64.69
2/05/2019	4044.71	46.81	66.46
3/05/2019	4251.96	49.21	69.75
4/05/2019	3891.47	45.04	67.69
5/05/2019	5107.14	59.11	71.25
6/05/2019	5061.49	58.58	75.00
7/05/2019	4710.73	54.52	69.94
8/05/2019	4305.96	49.84	58.13
9/05/2019	5163.17	59.76	67.31
10/05/2019	5178.21	59.93	75.56
11/05/2019	4424.28	51.21	67.69
12/05/2019	4543.48	52.59	65.44
13/05/2019	4717.24	54.60	67.69
14/05/2019	4732.63	54.78	69.56
15/05/2019	4762.66	55.12	72.35
16/05/2019	4954.71	57.35	66.75
17/05/2019	5104.86	59.08	65.63
18/05/2019	4282.20	49.56	69.75
19/05/2019	4715.06	54.57	65.45
20/05/2019	5085.05	58.85	66.19
21/05/2019	4994.37	57.81	67.88
22/05/2019	4833.48	55.94	66.94
23/05/2019	4937.96	57.15	67.88
24/05/2019	5144.66	59.54	70.31
25/05/2019	5002.31	57.90	76.69
26/05/2019	5014.52	58.04	68.81
27/05/2019	4453.05	51.54	67.69
28/05/2019	4677.30	54.14	64.88
29/05/2019	5018.82	58.09	76.69
30/05/2019	3116.06	36.07	55.99
31/05/2019	4519.77	52.31	61.47



Consumo de agua Mayo 2019

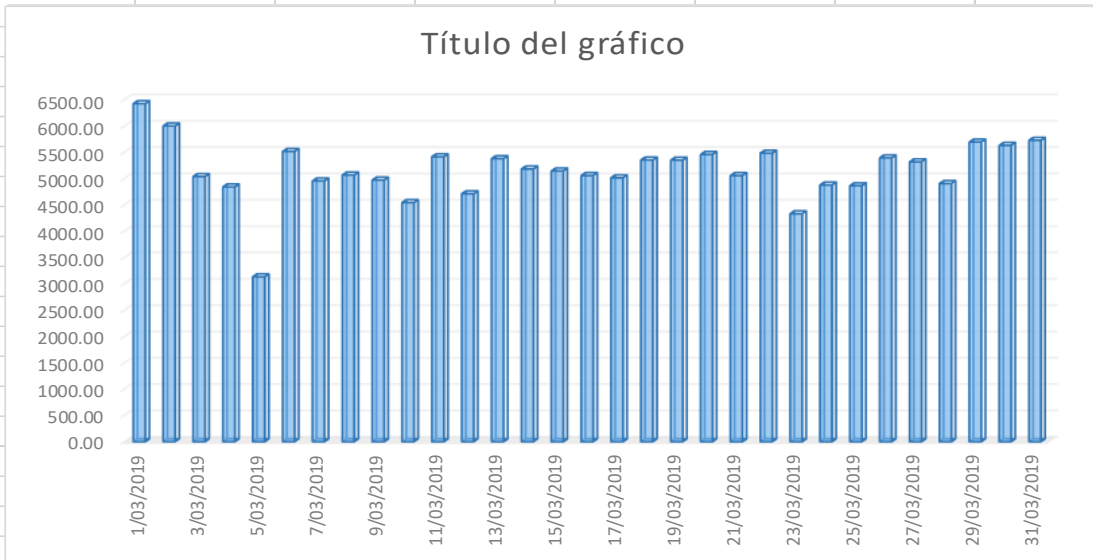
DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE JUNIO-2019			
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/06/2019	4954.71	57.35	66.75
2/06/2019	4569.48	52.89	68.63
3/06/2019	4635.16	53.65	69.38
4/06/2019	4971.09	57.54	67.50
5/06/2019	4543.48	52.59	65.44
6/06/2019	3592.51	41.58	54.38
7/06/2019	4607.89	53.33	63.19
8/06/2019	4437.72	51.36	71.06
9/06/2019	4849.20	56.13	65.63
10/06/2019	4660.20	53.94	69.38
11/06/2019	4827.12	55.87	62.44
12/06/2019	4332.15	50.14	67.69
13/06/2019	4876.20	56.44	64.88
14/06/2019	4862.16	56.28	64.69
15/06/2019	4536.00	52.50	79.31
16/06/2019	4543.48	52.59	65.44
17/06/2019	5028.23	58.20	70.69
18/06/2019	4710.73	54.52	69.94
19/06/2019	4589.58	53.12	79.31
20/06/2019	3133.69	36.27	62.06
21/06/2019	5217.48	60.39	75.19
22/06/2019	4282.20	49.56	69.75
23/06/2019	4715.06	54.57	65.45
24/06/2019	4956.04	57.36	71.63
25/06/2019	4424.28	51.21	67.69
26/06/2019	4543.48	52.59	65.44
27/06/2019	5080.33	58.80	67.31
28/06/2019	4538.96	52.53	65.44
29/06/2019	5190.75	60.08	69.00
30/06/2019	5545.65	64.19	72.19



Consumo de agua Junio 2019

DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE JULIO-2019

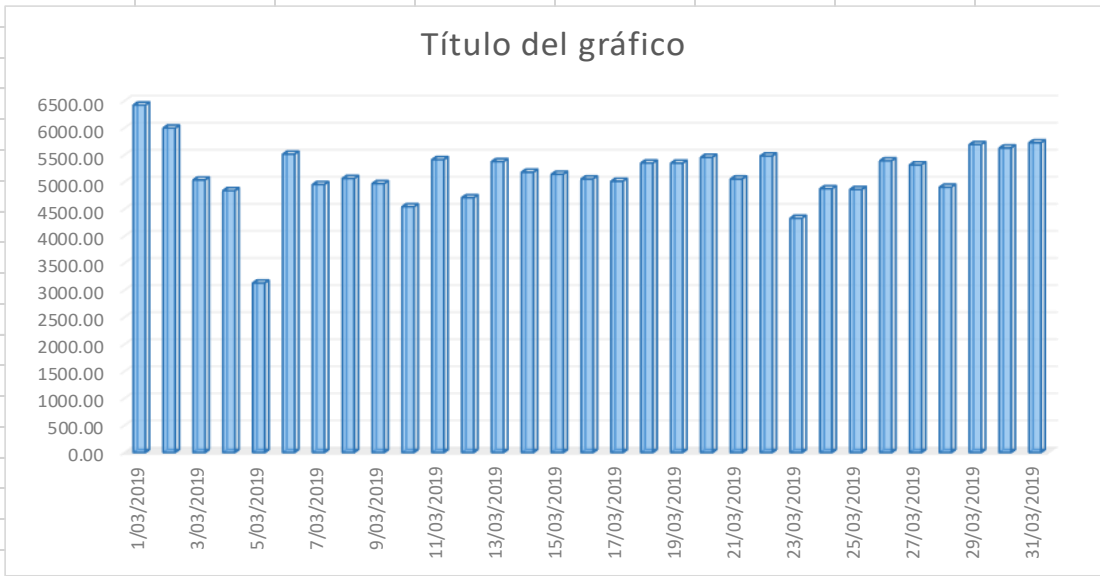
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/03/2019	5014.52	58.04	68.63
2/03/2019	5014.52	58.04	68.81
3/03/2019	4905.36	56.78	78.38
4/03/2019	5873.12	67.98	78.94
5/03/2019	4437.72	51.36	71.06
6/03/2019	4849.20	56.13	65.63
7/03/2019	3688.20	42.69	66.75
8/03/2019	5335.20	61.75	78.75
9/03/2019	4845.05	56.08	72.00
10/03/2019	5388.81	62.37	72.75
11/03/2019	5600.57	64.82	73.31
12/03/2019	5107.14	59.11	71.25
13/03/2019	4885.92	56.55	67.69
14/03/2019	5109.94	59.14	71.25
15/03/2019	5065.97	58.63	75.00
16/03/2019	4971.09	57.54	67.50
17/03/2019	5163.17	59.76	67.31
18/03/2019	4833.48	55.94	66.94
19/03/2019	4937.96	57.15	67.88
20/03/2019	5144.66	59.54	70.31
21/03/2019	5002.31	57.90	76.69
22/03/2019	5014.52	58.04	68.81
23/03/2019	4831.34	55.92	62.63
24/03/2019	4908.60	56.81	70.31
25/03/2019	4536.00	52.50	79.31
26/03/2019	5163.17	59.76	67.31
27/03/2019	5178.21	59.93	75.56
28/03/2019	6804.93	78.76	100.88
29/03/2019	4235.03	49.02	65.63
30/03/2019	4862.16	56.28	64.69
31/03/2019	4904.28	56.76	64.13



Consumo de agua Julio 2019

DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE AGOSTO-2019

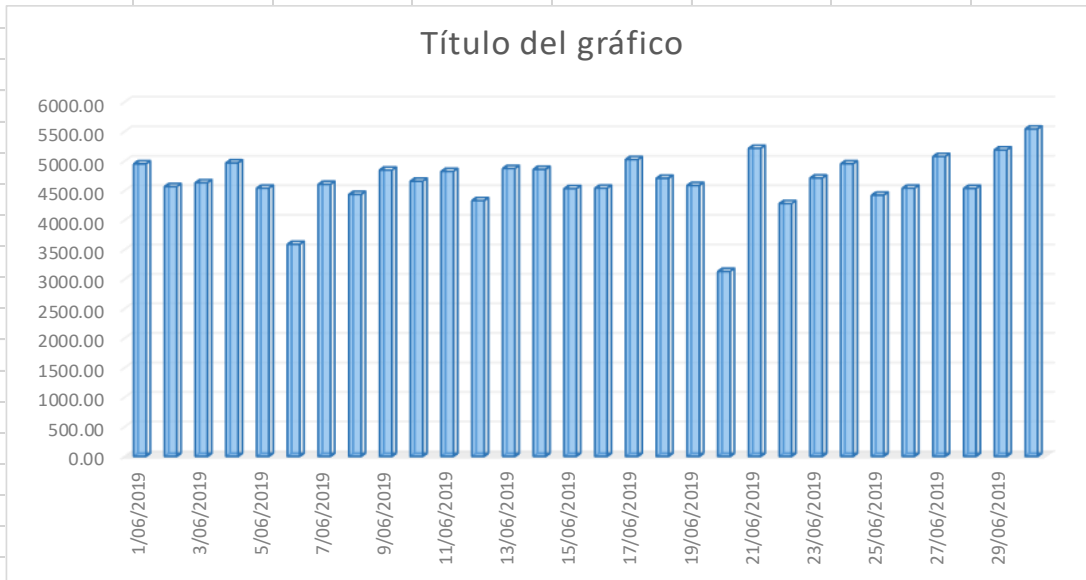
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/03/2019	4934.06	57.11	64.69
2/03/2019	4953.96	57.34	63.56
3/03/2019	4831.07	55.92	63.00
4/03/2019	4701.47	54.42	67.50
5/03/2019	5127.30	59.34	65.44
6/03/2019	4543.48	52.59	65.44
7/03/2019	5181.30	59.97	69.00
8/03/2019	5144.66	59.54	70.31
9/03/2019	5056.71	58.53	81.38
10/03/2019	5659.59	65.50	75.94
11/03/2019	4251.96	49.21	69.75
12/03/2019	5266.16	60.95	71.44
13/03/2019	4849.20	56.13	65.63
14/03/2019	3891.47	45.04	67.69
15/03/2019	4332.15	50.14	67.69
16/03/2019	5076.00	58.75	69.94
17/03/2019	4822.54	55.82	67.13
18/03/2019	4282.20	49.56	69.75
19/03/2019	5378.40	62.25	72.00
20/03/2019	4536.00	52.50	79.31
21/03/2019	5163.17	59.76	67.31
22/03/2019	5178.21	59.93	75.56
23/03/2019	5456.70	63.16	75.75
24/03/2019	4931.28	57.08	65.06
25/03/2019	3133.69	36.27	62.06
26/03/2019	4548.96	52.65	62.44
27/03/2019	5481.68	63.45	73.69
28/03/2019	5352.48	61.95	68.63
29/03/2019	5626.80	65.13	76.13
30/03/2019	4569.48	52.89	68.63
31/03/2019	5771.52	66.80	74.81



Consumo de agua Agosto 2019

DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE SETIEMBRE-2019

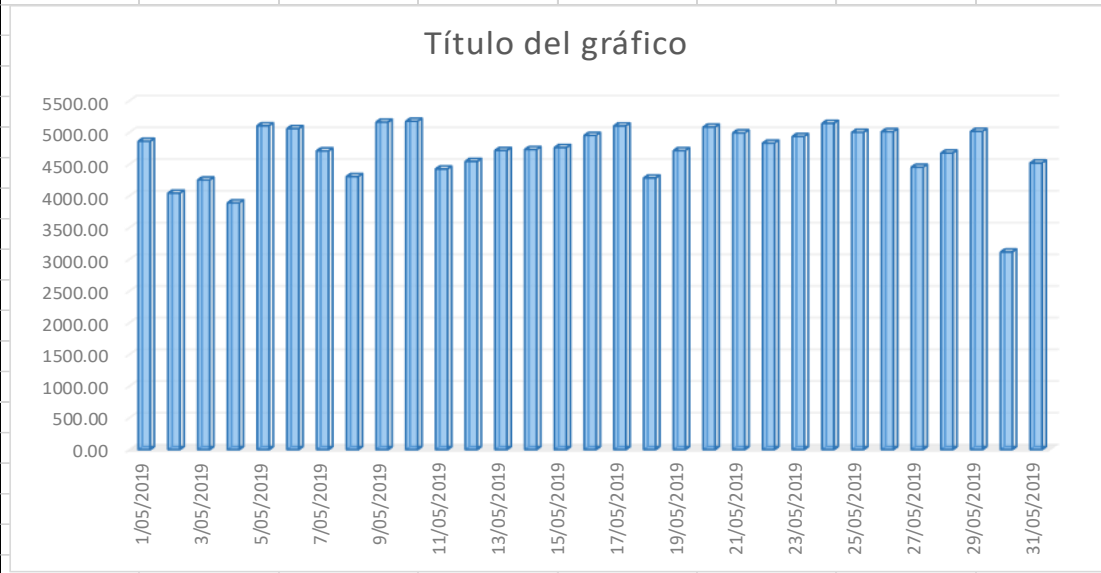
FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/06/2019	5627.19	65.13	72.38
2/06/2019	5506.75	63.74	74.44
3/06/2019	5410.80	62.63	69.38
4/06/2019	5357.78	62.01	71.63
5/06/2019	5363.36	62.08	66.94
6/06/2019	5017.02	58.07	66.19
7/06/2019	5043.60	58.38	64.31
8/06/2019	4741.97	54.88	68.25
9/06/2019	4945.32	57.24	66.19
10/06/2019	4937.96	57.15	67.88
11/06/2019	3102.78	35.91	56.44
12/06/2019	4607.89	53.33	63.19
13/06/2019	4885.92	56.55	67.69
14/06/2019	5109.94	59.14	71.25
15/06/2019	5065.97	58.63	75.00
16/06/2019	4971.09	57.54	67.50
17/06/2019	5130.00	59.38	67.88
18/06/2019	5155.65	59.67	65.63
19/06/2019	4282.20	49.56	69.75
20/06/2019	5378.40	62.25	72.00
21/06/2019	4536.00	52.50	79.31
22/06/2019	5303.19	61.38	72.75
23/06/2019	5400.39	62.50	70.13
24/06/2019	4956.04	57.36	71.63
25/06/2019	5085.64	58.86	71.81
26/06/2019	4543.48	52.59	65.44
27/06/2019	5181.30	59.97	69.00
28/06/2019	5655.05	65.45	75.94
29/06/2019	5989.37	69.32	78.00
30/06/2019	5306.12	61.41	70.13




Consumo de agua Septiembre 2019

DATOS DE CONSUMO DE AGUA DIARIO MES DE OCTUBRE-2019

FECHA	M3/DIA	Q PROMEDIO	Q MAX
1/05/2019	4998.24	57.85	67.88
2/05/2019	5088.96	58.90	68.06
3/05/2019	5351.40	61.94	70.69
4/05/2019	4717.24	54.60	67.69
5/05/2019	4729.39	54.74	69.56
6/05/2019	4767.12	55.18	73.13
7/05/2019	5236.07	60.60	69.56
8/05/2019	5348.31	61.90	69.19
9/05/2019	5457.24	63.16	73.31
10/05/2019	5253.12	60.80	70.50
11/05/2019	5144.66	59.54	70.31
12/05/2019	5056.71	58.53	81.38
13/05/2019	5659.59	65.50	75.94
14/05/2019	5704.71	66.03	72.38
15/05/2019	5406.17	62.57	70.69
16/05/2019	5477.91	63.40	70.50
17/05/2019	5413.11	62.65	71.06
18/05/2019	4710.73	54.52	69.94
19/05/2019	5151.60	59.63	70.88
20/05/2019	5541.56	64.14	74.63
21/05/2019	5450.76	63.09	70.69
22/05/2019	4430.16	51.28	68.25
23/05/2019	5328.64	61.67	71.44
24/05/2019	5521.89	63.91	72.94
25/05/2019	5545.03	64.18	70.50
26/05/2019	5394.60	62.44	73.13
27/05/2019	5891.82	68.19	72.56
28/05/2019	5817.96	67.34	73.88
29/05/2019	5671.08	65.64	75.38
30/05/2019	5545.80	64.19	75.75
31/05/2019	5196.96	60.15	75.75



Consumo de agua Octubre 2019


UPT
 FACULTAD E INGENIERIA

Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad



Tacna, 11 de noviembre del 2019

Sr.
Juan Alberto Seminario Machuca
 Gerente General de la Entidad Prestadora de Servicios – EPS Tacna S.A.
 Tacna

Asunto: Requerimiento de información
 Atención: Gerencia de Operaciones
 División de Distribución y Mantenimiento

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez manifestarle que el Bach. De Ingeniería Civil Llanos Liendo, Diego Ricardo viene desarrollando la tesis titulada **"DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES REALES DE VARIACION DE CONSUMO DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) PARA MEJORAR FUTUROS DISEÑOS DE OBRAS DE SANEAMIENTO DEL SUB SECTOR 24 DE LA CIUDAD DE TACNA"** para obtener su título profesional de Ingeniería Civil. El requerimiento efectuado por el tesisista es con fines de investigación. Por lo cual agradeceré le pueda dar las facilidades del caso para obtener un reporte de los caudales registrados para esta zona.

Sin otro particular y agradeciendo de ante mano por el apoyo prestado, quedo de usted.



 Mgr. Edgar Hipólito Chaparro Quispe
 Coordinador EPIC

TRÁMITE DOCUMENTARIO RECIBIDO
 12 NOV. 2019
 REG. 04963 - 216
 HORA: FIRMA:
 LA RECEPCIÓN NO IMPLICA CONFORMIDAD

Carta enviada a la EPS TACNA solicitando información de los caudales registrados