

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**“DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS
SERVIDAS PARA EL ÁREA DE APORTE DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE QUITUMBE,
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”**

NOMBRES:

GRANJA VILLACÍS ANA ISABEL

NÚÑEZ ENRÍQUEZ DANIEL ALEJANDRO

DIRECTOR: ING. LUIS FERNANDO BURBANO

QUITO, 2016

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación fue determinar el coeficiente de retorno para la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ubicada en la parroquia de Quitumbe (sur de Quito, Pichincha). Éste estudio de investigación se realizó cuando la PTAR se encontraba en proceso constructivo, los diseños fueron realizados por la consultora Lotti - Beglar adoptando un coeficiente de retorno teórico de 0.7. La importancia de obtener el valor del coeficiente de retorno, es para verificar el valor real correspondiente en la zona de estudio, bajo las condiciones propias, como son: tipo de sistema de alcantarillado, material de las conducciones y presencia de nivel freático alto, entre otros aspectos. El presente trabajo de investigación se efectuó en conjunto con la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS), la misma que facilitó con la información necesaria, para llevar a cabo este trabajo. El proceso de investigación se organizó por etapas: primero, se delimitó el área de aporte para la PTAR de Quitumbe en tres sub-áreas los tres puntos de muestreo para el aforo de las aguas residuales en la trayectoria del colector principal; segundo, se cuantificó los caudales de consumo de agua potable partiendo de la información existente en la base de datos comerciales de la empresa, considerando únicamente los predios que están dentro del área de aporte. Para determinar el caudal de producción de aguas residuales, se ejecutaron campañas de aforo con una duración de tres días por mes y en cada punto de muestreo, desde enero hasta junio. Tercero, para calcular el coeficiente de retorno, se correlacionó al caudal de consumo de agua potable con el caudal de aguas residuales. El valor de coeficiente de retorno obtenido de esta relación de caudales en el área de aporte para la PTAR de Quitumbe fue de 0.6, siendo un valor menor a y significando que no toda el agua que se consume retorna al sistema de alcantarillado.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the return coefficient for the wastewater treatment plant (WWTP) located in the parish of Quitumbe (south of Quito, Pichincha). This research study was conducted when the WWTP was in the construction process, the designs were done by the consulting Lotti - Beglar adopting a theoretical return coefficient of 0.7. The importance of getting the value of return coefficient is to verify the corresponding actual value in the study area, under the same conditions, such as: type of sewer system, material pipes and presence of high phreatic level, between other aspects. This research was conducted in conjunction with the Metropolitan Public Company of Water and Sanitation of Quito (EPMAPS), the same as provided with the necessary information to carry out this work. The research process was organized in stages: first, the area contribution to the WWTP Quitumbe was delimited into three sub-areas the three sampling points for the capacity of the wastewater in the path of the main collector; Second, the flow of drinking water from the existing information in the commercial database company, considering only the properties that are within the area of contribution is quantified. To determine the flow of wastewater production, capacity campaigns were carried out with a duration of three days per month and at each sample point from January to June. Third, to calculate the rate of return is correlated to the flow of drinking water to the wastewater flow. The coefficient value obtained return flow of this relationship in the area of contribution to the WWTP was 0.6 Quitumbe, being a minor value and meaning that not all water consumed returns to the sewer system.

DEDICATORIA

Éste proyecto está dedicado a mis padres Jorge Granja y Graciela Villacís, por su apoyo, amor y confianza que han depositado en cada paso que doy.

A mi hermana Grace Granja, por su optimismo que me ha forjado en las metas que me propongo.

A mi familia, por su apoyo y ánimo que me han dado a lo largo de mi etapa de estudios.

A mis amigos, por las gratas experiencias compartidas.

- Ana Isabel Granja Villacís

Ésta tesis se la dedico a mis padres Edgar Núñez y Jeannet Enríquez, por la comprensión y el amor que me han brindado a lo largo de mi vida. Ensenándome a enfrentar los retos que me impone el día a día, con perseverancia y dedicación para cumplir mis metas. A mis hermanos Edgar y Alberto, por su apoyo incondicional durante mi periodo académico y por las experiencias compartidas a lo largo de mi vida.

- Daniel Alejandro Núñez Enríquez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la oportunidad de estudiar y culminar con éxito nuestra profesión.

Al personal que conforma la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por abrirnos las puertas a estudiar esta carrera, fomentándonos no solamente de manera académica, sino inculcándonos de principios éticos para ser buenos profesionales.

Al Ing. Luis Burbano, director de este trabajo de disertación por su apoyo, quien nos impulsó a dar nuestro mejor esfuerzo para llevar a cabo con este proyecto.

Al Ing. Pablo Daza y el Ing. Roberto Unda, revisores de este proyecto, quienes nos apoyaron para culminar con este trabajo.

A la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS), por apoyarnos de manera incondicional en la ejecución de este trabajo de investigación, en especial al Ing. Franklin Palacios, administrador del convenio, por los conocimientos compartidos y al Ing. Esteban Espinoza por su colaboración en la realización de esta tesis.

Agradecemos especialmente a nuestros padres, por ayudarnos en cumplir con esta etapa de nuestras vidas, brindándonos incondicionalmente la fortaleza para alcanzar las metas que nos proponíamos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
CAPÍTULO I: Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Alcance.....	3
CAPÍTULO II: Revisión de literatura técnica.....	5
2.1. Consumos de agua.....	5
2.1.1. Agua Potable:	5
2.1.2. Consumo total por persona (per cápita):	5
2.1.3. Tipos de consumo de agua:	6
2.1.4. Factores que incrementan el consumo de agua:	7
2.2. Producción de aguas residuales.....	11
2.2.1. Caudales de aguas residuales	11
2.3. Coeficiente de retorno	14
2.4. Aforos en colectores.....	16
2.4.1. Procedimiento tradicional de medición de caudal:.....	16
2.4.2. Conceptos básicos para medición de caudal:	17
2.4.3. Aparatos para medición de caudal:	17
CAPÍTULO III: Delimitación del área de aporte del sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe.....	24
3.1. Análisis de la información disponible por EPMAPS	24
3.1.1. Catastro de la red de alcantarillado	25
3.1.2. Mapa de delimitación	29
3.2. Validación de información en campo.....	30

3.3. Determinación actualizada del área de aporte del sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe.....	33
CAPÍTULO IV: Cuantificación del caudal de consumo de agua potable en el sector de Quitumbe	35
4.1. Análisis información catastral.....	35
4.2. Análisis de base de datos de micro medición realizado por EPMAPS	39
4.3. Cuantificación de consumos de agua potable.....	41
CAPÍTULO V: Determinación del caudal de aguas residuales en el sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe	46
5.1. Análisis de información disponible.....	46
5.1.1. Determinación del aporte de aguas servidas dentro del área delimitada.....	46
5.2. Realización de aforos en diferentes zonas del colector principal.....	47
5.2.1. Descripción del trabajo realizado	47
5.2.2. Resultados de aforos con aparatos de medición (molinete y ultrasonido)	55
CAPÍTULO VI: Determinación del coeficiente de retorno en el sector de Quitumbe.....	74
6.1. Resultados por áreas de aporte	74
6.1.1. Consumos de agua potable.....	74
6.1.2. Producción de aguas residuales.....	78
6.1. Determinación del coeficiente de retorno de aguas residuales por áreas de aporte	80
6.2. Interpretación de resultados	82
CAPÍTULO VIII: Conclusiones y Recomendaciones.....	84
7.1. Conclusiones	84
7.2. Recomendaciones.....	87
BIBLIOGRAFÍA:	88
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica de Quitumbe.....	1
Ilustración 2. Particularidades de las aglomeraciones industriales en el DMQ	9
Ilustración 3. Medición de aguas residuales en mes de mayo 2016 en Quitumbe.	10
Ilustración 4. Medición de caudal en canal abierto	17
Ilustración 5. Medidor tipo orificio	18
Ilustración 6. Tubo Venturi	19
Ilustración 7. Medidor tipo Pitot	19
Ilustración 8. Medidor de caudal magnético	20
Ilustración 9. Medidor ultrasónico de nivel.....	21
Ilustración 10. Medidor ultrasónico tipo doppler.....	22
Ilustración 11. Medidor de caudal de velocidad.....	23
Ilustración 12. Delimitación área de aporte Quitumbe.....	29
Ilustración 13. Pozo con redes que conectan.....	30
Ilustración 14. Área de aporte actualizada	33
Ilustración 15. Esquema de interceptor con zonas de aporte	34
Ilustración 16. Barrios correspondientes al área de aporte.....	34
Ilustración 17. Conexiones domiciliarias al sistema de agua potable	39
Ilustración 18. Consumos de agua potable en Zona 1	42
Ilustración 19. Consumo de agua potable en Zona 2	43
Ilustración 20. Consumo de agua potable en Zona 3	44
Ilustración 21. Consumo de agua potable en Zona 4	45
Ilustración 22. Puntos de muestreo	46
Ilustración 23. Sensor ultrasónico	48
Ilustración 24. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 - Enero.....	57
Ilustración 25. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 - Enero.....	58

Ilustración 26. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 - Enero	59
Ilustración 27. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 - Febrero	60
Ilustración 28. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Febrero	61
Ilustración 29. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 - Febrero	62
Ilustración 30. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 – Marzo	63
Ilustración 31. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Marzo	64
Ilustración 32. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 – Marzo	65
Ilustración 33. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 – Mayo	66
Ilustración 34. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Mayo	67
Ilustración 35. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 – Mayo	68
Ilustración 36. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 – Mayo	69
Ilustración 37. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Mayo	70
Ilustración 38. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 – Mayo	71
Ilustración 39. Diagrama Consumo de agua potable de zonas por mes	75
Ilustración 40. Diagrama consumo promedio de agua potable por zonas	76
Ilustración 41. Incremento de consumo en agua potable	77
Ilustración 42. Diagrama caudal promedio de aguas residuales por zonas	78
Ilustración 43. Diagrama de comparación de R mediante el volumen de AR.....	82

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Inspección de pozos con personal de EPMAPS	31
Fotografía 2. Revisión de pozos	31
Fotografía 3. Revisión de pozos	32
Fotografía 4. Muestreador Automático ISCO 710.	47
Fotografía 5. Tipo de flujo en cauce – Punto de muestreo 3	49
Fotografía 6. Perforación para fijar apoyo del sensor	49
Fotografía 7. Obtención de muestras de agua servida.....	50
Fotografía 8. Conexión de manguera de succión al equipo de aforo	50
Fotografía 9. Instalación del sensor.....	51
Fotografía 10. Finalización de programación.....	53
Fotografía 11. Medición con mini-molinete.....	54
Fotografía 12. Unión quebrada Ortega - Interceptor	55
Fotografía 13. Revisión de datos de aforo, programa ISCO Flowlink.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dotaciones recomendadas	8
Tabla 2. Límite máximo permisible de parámetros.....	12
Tabla 3. Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas	15
Tabla 4. Inventario pozos – Zona de aporte 3	25
Tabla 5. Resumen inventario pozos	26
Tabla 6. Inventario de la red pluvial	26
Tabla 7. Inventario de la red combinada	27
Tabla 8. Inventario de la red sanitaria	27
Tabla 9. Resumen red de alcantarillado	28
Tabla 10. Código de alcantarillado de subárea 1.....	36
Tabla 11. Código de alcantarillado de subárea 2.....	36
Tabla 12. Código de alcantarillado de subárea 3.....	37
Tabla 13. Porcentaje de conexiones al sistema de alcantarillado	37
Tabla 14. Código de alcantarillado de subárea 4.....	38
Tabla 15. Código de alcantarillado de área total a la PTAR de Quitumbe.....	38
Tabla 16. Observaciones por código de alcantarillado.....	40
Tabla 17. Consumo de agua potable - Zona 1	42
Tabla 18. Consumo de agua potable - Zona 2.....	43
Tabla 19. Consumo de agua potable - Zona 3.....	44
Tabla 20. Coordenadas Geográficas Puntos de Muestreo	46
Tabla 21. Unidades disponibles del equipo.....	52
Tabla 22. Unidades consideradas	52
Tabla 23. Tipos de sección y características	53
Tabla 24. Aforo Punto1, Enero	57
Tabla 25. Aforo Punto2, Enero	58

Tabla 26. Aforo Punto3, Enero	59
Tabla 27. Aforo Punto1, Febrero	60
Tabla 28. Aforo Punto2, Febrero	61
Tabla 29. Aforo Punto3, Febrero	62
Tabla 30. Aforo Punto1, Marzo	63
Tabla 31. Aforo Punto2, Marzo	64
Tabla 32. Aforo Punto3, Marzo	65
Tabla 33. Aforo Punto1, Mayo.....	66
Tabla 34. Aforo Punto2, Mayo.....	67
Tabla 35. Aforo Punto3, Mayo.....	68
Tabla 36. Aforo Punto1, Mayo.....	69
Tabla 37. Aforo Punto2, Mayo.....	70
Tabla 38. Aforo Punto3, Mayo.....	71
Tabla 39. Resultados aforo con mini-molinete	72
Tabla 40. Consumos de agua potable.....	74
Tabla 41. Promedio consumo por zonas	76
Tabla 42. Índice de incremento de consumo de agua potable	77
Tabla 43. Caudal promedio aguas residuales por zona	78
Tabla 44. Caudal de aguas residuales por zonas	79
Tabla 45. Determinación de coeficiente de retorno por áreas	80
Tabla 46. Volumen aguas residuales en zona 4.....	81
Tabla 47. Comparación de coeficientes de retorno	82
Tabla 48. Población y Caudal de aguas residuales Totales	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Catastro de la red de alcantarillado.....	91
Anexo 2. Manual ISCO 710.....	95
Anexo 3. Manual Mini-molinete.....	97
Anexo 4. Resultado de aforo con muestreador automático ISCO 710.....	99
Anexo 5. Estación pluviométrica M0003-Izobamba.....	116
Anexo 6. Parámetros de diseño PTAR de Quitumbe	121
Anexo 7. Evidencia de actividad agrícola en Zona 1	123
Anexo 8. Mapa detalle zonas de aporte.....	125

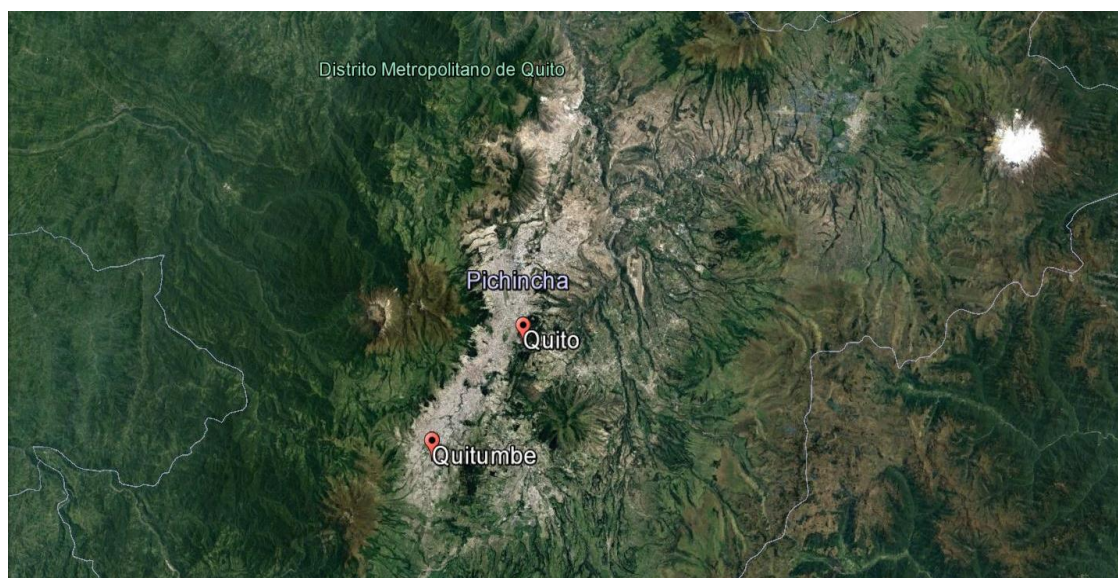
CAPÍTULO I: Introducción

1.1. Antecedentes

En la actualidad no se cuenta con una delimitación clara del área de aporte para la planta de tratamiento de aguas residuales Quitumbe; además, no se ha determinado un coeficiente de retorno de aguas residuales de acuerdo a la realidad de la zona, por lo que la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) ha empleado por el momento un coeficiente de retorno extraído de fuentes bibliográficas.

La ubicación geográfica del presente trabajo de investigación se lo realizó en la provincia de Pichincha, específicamente en la parroquia urbana de Quitumbe (Sur de Quito).

Ilustración 1. Ubicación geográfica de Quitumbe



Fuente: Google Earth (2016)

El sistema de alcantarillado existente en Quitumbe es del tipo combinado, consta de un colector principal al cual se conectan redes de alcantarillado doméstico, dividido en tres zonas diferenciadas. El sistema de alcantarillado comprende un área de servicio de 290 hectáreas.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Quitumbe, según el estudio realizado por la consultora Lotti - Beglar en el año 2013, adoptó como parámetros de área y población de servicio los esperados para una proyección al año 2020, con objeto de asegurar la disponibilidad de caudales a depurarse. La PTAR depurará las aguas servidas generadas por una población equivalente de 55.047 habitantes, con un caudal de diseño promedio horario de 108,9 l/s; basado en una dotación neta de agua potable para consumo de 179 l/ (Hab*día). Además, para caudales mayores que se generarán en los años siguientes se los transportarán a través del sistema de interceptores a la planta de tratamiento de Vindobona.

Se debe destacar que la EPMAPS garantiza la existencia de una cobertura completa de micro medición de agua potable y que los equipos que se encuentran en buen estado. Además, para certificar la validez de los resultados, los estudios se realizarán en época de verano (días secos, cuando no hay aporte de aguas lluvias al alcantarillado combinado), condición que se verificará con información meteorológica obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), dando validez a los datos obtenidos.

1.2. Justificación

En la cuantificación de los caudales de aguas servidas se utiliza un valor de coeficiente de retorno de aguas residuales fijado en referencias bibliográficas o normativas. Por ésta razón se requiere una investigación que permita determinar el coeficiente real de retorno de aguas residuales. El coeficiente de retorno tiene incidencia en el dimensionamiento, y consecuentemente en el costo de un proyecto de saneamiento, pues influye en el caudal de diseño.

Sin embargo, en el área de estudio (parroquia Quitumbe, Sur de Quito) se desconoce al detalle los predios limítrofes que delimitan el área de aporte a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en construcción, para lo cual es necesario evaluar los predios periféricos y definir el perímetro.

Existe una delimitación realizada por técnicos de EPMAPS misma que requiere ser validada en campo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el coeficiente de retorno de aguas residuales para el área de aporte de la planta de tratamiento de aguas residuales de Quitumbe, Distrito Metropolitano de Quito.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Revisar los conceptos básicos sobre consumo de agua potable, producción de aguas residuales y factores de retorno.
- Delimitar el área de aporte por zonas del sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe, mediante validación de campo.
- Cuantificar los caudales de consumo de agua potable conforme a la información de la base de datos comerciales de la empresa.
- Determinar el caudal de producción de aguas residuales en temporada seca, mediante análisis de registros de EPMAPS y nuevos aforos en las zonas del sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe.
- Correlacionar al caudal de consumo de agua potable con el caudal de aguas residuales generado en el área de aporte de la planta de aguas residuales, para estimar el coeficiente de retorno.

1.4. Alcance

El estudio realizado consiste en definir el coeficiente de retorno para aguas residuales en el sector de Quitumbe al sur del Distrito Metropolitano de Quito, en función de la delimitación del área de aporte de la planta de tratamiento. La delimitación se ejecutará conforme a la información catastral entregada por la EPMAPS y la verificación que se realizará en campo.

Una vez efectuada la verificación del perímetro del área de aporte por zonas, se plasmó su perímetro corregido con ayuda de información otorgada por la EPMAPS en el software ArcGIS con la finalidad de tener una visualización de los predios que conformen el área de aporte, para posteriormente, con los datos de consumo otorgados por parte del área comercial

de la EPMAPS, determinar la cantidad de agua potable consumida por cada predio de manera mensual, en un periodo de enero a junio del 2016 en el sector de Quitumbe.

El caudal de agua sanitaria se determinará por procesamiento de los registros disponibles por EPMAPS, y por aforos realizados mediante un caudalímetro de ultrasonido y un mini-molinete, efectuados en campo. Los datos que no tengan ninguna significancia serán discriminados, ya que al ser aparatos electrónicos están expuestos a errores en la medición. Para la medición con el mini-molinete se realizarán tomas de caudales en días específicamente secos, desde enero a junio del 2016; en cambio, para el aparato de ultrasonido las mediciones serán continuas durante los meses de estudio. Las mediciones se las realizó desde inicios del mes de enero hasta junio.

El coeficiente de retorno se calculará en cada mes desde enero hasta junio, de acuerdo a los caudales registrados en función de la relación entre el caudal de aguas servidas con el de consumo de agua potable en el sector de Quitumbe. También se contará con datos históricos de consumos de agua potable registrados el pasado año durante todo el año.

CAPÍTULO II: Revisión de literatura técnica

2.1. Consumos de agua

Son datos estadísticos de consumos pasados y presentes de la población. Por lo general las entidades prestadoras de servicios públicos de agua potable y saneamiento dividen este consumo en consumo neto y pérdidas de agua en la red de abastecimiento (López, 2006).

El consumo de agua puede variar por las condiciones, los hábitos y costumbres propios de cada población. Es por eso que para obtener el consumo total de agua para cierta comunidad se debe considerar el consumo para fines domésticos, para actividades comerciales e industriales, y para servicios públicos, así como la limpieza de aceras y para combatir incendios (Brière, 2014).

Para comprender mejor el concepto de consumo de agua, se definen los siguientes términos:

2.1.1. Agua Potable:

Según el CPE INEN 5 (1992) la define como el agua apta para consumo humano, que deberá estar libre de la presencia de organismos y sustancias que puedan atentar la salud de los consumidores.

Para que el agua potable sea distribuida a una comunidad, debe cumplir con algunos parámetros sanitarios basándose en: inspecciones, monitoreo, muestreo y evaluaciones continuas. En el cumplimiento de estos requisitos de calidad del agua se fundamenta en estándares de calidad normalizados de acuerdo a límites de seguridad (De Zuane, 1997).

2.1.2. Consumo total por persona (per cápita):

Es el índice del volumen total de agua consumido en un día normalizado a un habitante de una población determinada. Se encuentra expresado en litros por persona al día (L/persona

x día). El consumo total resulta de la relación del volumen de producción diaria total para el número de habitantes (Brière, 2014).

Ecuación 1. Consumo total por persona

$$\text{consumo total por persona} = \frac{\text{consumo neto [L/día]}}{1 - \%Pérdidas [\textit{personas}]}$$

Fuente: López (2006) “*Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*”. Pág.: 58. Capítulo: 4

2.1.3. Tipos de consumo de agua:

2.1.3.1. Consumo doméstico:

Es el resultado del uso residencial del agua, que involucra la higiene personal, elaboración de alimentos, lavandería, riego de áreas verdes y en algunos casos para piscinas. El consumo doméstico varía conforme a la ubicación de la comunidad de estudio, al nivel económico de los usuarios y el estilo de vida que llevan (Metcalf & Eddy, 2014).

2.1.3.2. Consumo comercial:

En conformidad con la definición de López (2006), es el resultado del agua suministrada a zonas comerciales, así como pueden ser: tiendas, bares, restaurantes, entre otros. El consumo comercial dependerá en primera instancia del tamaño del sector comercial y del tipo de servicios que ofrece.

2.1.3.3. Consumo industrial:

Es el resultado del agua distribuida para el área industrial, a menos que la industria disponga de su propia fuente de agua potable. Dentro del grupo que comprende el consumo industrial son: fábricas, refinerías, talleres mecánicos, entre otros. Para este consumo se introduce en el agua ciertas sustancias contaminantes perjudiciales para el ambiente (Patwardhan, 2008).

2.1.3.4. Consumo público:

Es el resultado del agua empleada para servicios comunitarios como, por ejemplo: limpieza de aceras, riego de áreas verdes públicas, en casos de emergencia para combatir incendios, limpieza de alcantarillas, entre otras actividades. Es importante recalcar que el diseño de tuberías de abastecimiento de agua considera la demanda de agua para atender eventualidad de incendios (Brière, 2014).

2.1.3.5. Pérdidas y desperdicios:

Las pérdidas y desperdicios según López (2006) son el resultado del agua no contabilizada que puede ser consecuencia de fugas por roturas o hurto mediante conexiones clandestinas, o de errores producidos en la lectura de medidores de agua.

Es importante recalcar que la EPMAPS estima que el promedio de pérdidas de agua en la ciudad de Quito en el año 2014 fue de 24,64%, considerándose el índice más bajo del país (EPMAPS, 2014).

2.1.4. Factores que incrementan el consumo de agua:

Existen algunos factores que influyen en el consumo de agua en una población, los cuales pueden elevarla o de cierta forma la pueden disminuir. Los factores principales que incrementan el consumo de agua son los siguientes:

Red de distribución:

La calidad de la red de distribución de agua potable en una población es de gran influencia en la pérdida de volumen de agua, debido a que si el sistema presenta ciertas averías como puede ser el caso de fuga de agua, el consumo de agua se elevará significativamente (Brière, 2014).

Tamaño de la comunidad:

El tamaño de la comunidad incide directamente en el consumo de agua por la diversidad de servicios, industrias y ciudadanos que trabajan en la ciudad y residen en comunidades aledañas (Brière, 2014).

En el Ecuador para los estudios y diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable, se considera como dotaciones recomendadas en función del tamaño de la población y de los climas indicados en la tabla 1.

Tabla 1. Dotaciones recomendadas

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

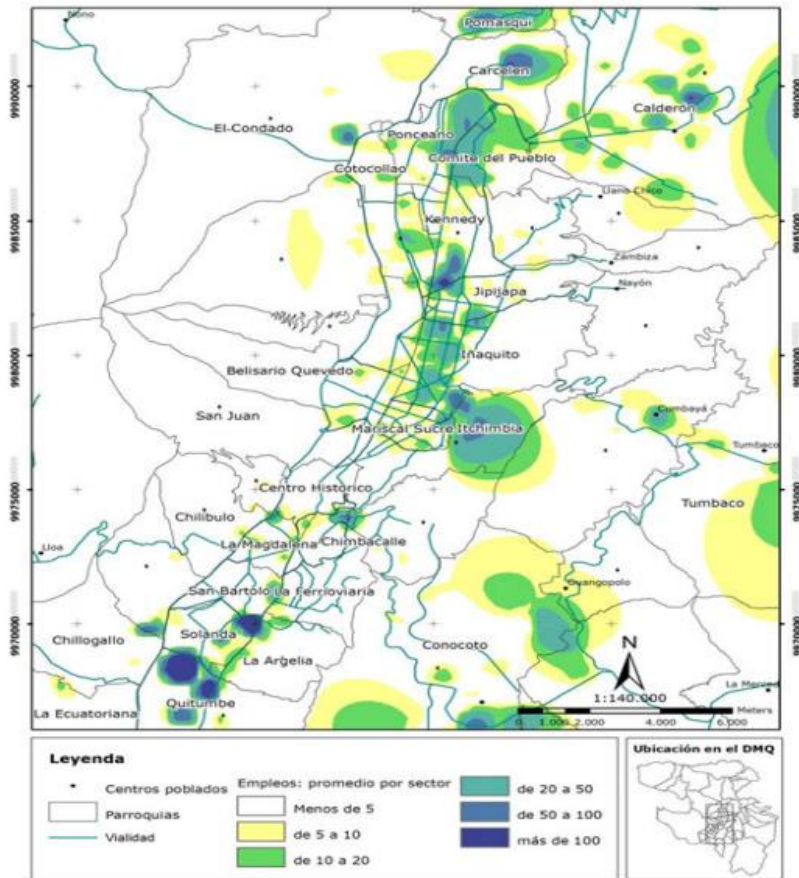
Nota: Fuente: CPE INEN 5 (1992) - *Captación y conducción para proyectos de abastecimiento de agua potable*. Pág.: 42. Título: 4

Número de industrias:

Todas las industrias requieren del recurso hídrico para la fabricación de sus productos. Conforme a la magnitud de la industria que depende de la demanda comercial que desempeña y el producto que fabrica, el consumo de agua se elevará. Sin embargo, en la actualidad todas las industrias se encuentran sometidas a leyes rigurosas que obligan la reducción del consumo de agua en el sector industrial (Brière, 2014).

En el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial se evidencia la presencia de actividad industrial de carácter primario (Alcaldía Metropolitana de Quito, 2015). Situación corroborada por la SENPLADES durante la construcción participativa de la Agenda Zona 9 -Distrito Metropolitano de Quito en el 2015, notándose un marcado crecimiento del parque industrial en la zona de Quitumbe en los últimos 20 años.

Ilustración 2. Particularidades de las aglomeraciones industriales en el DMQ



Fuente: SENPLADES (2015) “Construcción Participativa de la Agenda Zona 9 -Distrito Metropolitano de Quito”. Pág.: 9. Título: 2

Calidad del agua potable:

El consumo del agua se incrementa cuando existe confianza por parte de los usuarios en la calidad del agua suministrada por la empresa pública de agua potable en la comunidad. La calidad del agua se mide en parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Brière, 2014).

Presión del agua:

Uno de los factores que más afectan en el consumo de agua es la alta presión del agua presente en el sistema de distribución, porque la red está expuesta a un mayor daño y por tanto la pérdida de agua se eleva (Brière, 2014).

Costo del agua:

El agua es considerada un bien público con costo de producción y distribución. Este recurso es consumido por los habitantes de una comunidad en un precio específico conforme la tarifa resulte más adecuada. La tarifa según Brière (2014) está relacionada con:

- Ubicación geográfica
- Tarifa por periodo de tiempo (generalmente un año)
- Tarifa por unidad de volumen consumido
- Incremento del precio por unidad del volumen conjuntamente con el consumo
- Costos indirectos por la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Clima:

El clima es un factor que aumenta el consumo de agua, especialmente con el incremento de la temperatura e incide en el consumo de agua. Esto se evidencia en la tabla 1 mostrada anteriormente que la dotación de agua es mayor en lugares con un clima cálido.

Ritmo de vida:

El consumo de agua varía por la hora, día y mes, debido a los hábitos que se tiene en esos lapsos de tiempo. Como por ejemplo, el consumo de agua se elevará cuando se realiza las actividades rutinarias que ocurren en las primeras horas del día.

Ilustración 3. Medición de aguas residuales en mes de mayo 2016 en Quitumbe.



Fuente: EPMAPS (2016). *Aguas residuales producidas en el mes de mayo en el punto de aforo 1.*

2.2. Producción de aguas residuales

Las aguas residuales se generan en diferentes fuentes como: residencial, comercial, recreacional, infiltraciones e industriales; donde la caracterización física y química para Metcalf & Eddy (2014) es primordial para el diseño y operación de un sistema de alcantarillado, tratamiento y la posibilidad de una reutilización una vez que se ha realizado un tratamiento previo.

En el campo práctico, entre los principales desafíos consiste conocer la cantidad real de aguas residuales, razón por la cual se deberá considerar valores referenciales (Sincero & Sincero, 2003).

2.2.1. Caudales de aguas residuales

Las características de las aguas residuales procedentes de cierta comunidad dependen de la constitución del flujo de aguas residuales y el tipo de sistema de alcantarillado que se ha empleado. Los tipos de fuentes de aguas residuales son:

2.2.1.1. Caudal de aguas residuales domésticas:

Es el caudal proveniente de viviendas individuales que varía mucho conforme a: el número de individuos, la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, el estatus económico, como otros aspectos (Hopcroft, 2014).

Es el agua que proviene de fuentes residenciales así como de: duchas, lavamanos, lavaplatos, lavadoras, entre otros. Para determinar este caudal, se parte del caudal medio diario, que es la producción de aguas residuales en un periodo de 24 horas, a partir del promedio en el lapso de un año. El caudal de aguas residuales se expresa en $\left[\frac{L}{s*hab}\right]$, por tanto el aporte medio diario se calcula en función del área servida de la población de estudio (López, 2006).

2.2.1.2. Caudal de aguas residuales industriales:

El aporte de aguas residuales producidas por empresas debe analizarse de manera independiente, porque depende de la magnitud de cada industria. El aporte de aguas residuales por industria suele expresarse como población equivalente. En la actualidad toda industria se encuentra sometida a procesos de regularización ambiental, limitando las concentraciones máximas de contaminantes que pueden tener sus efluentes.

En el Ecuador se encuentra vigente la Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), designando en el Anexo 1 los límites de descarga al sistema de alcantarillado público, destacando los más relevantes a continuación:

Tabla 2. Límite máximo permisible de parámetros

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo	-	l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Materia flotante	Visible	-	Ausencia
Temperatura	C	-	< 40

Nota: Fuente: Fuente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes : Recurso agua - LIBRO VI ANEXO 1

Adicionalmente, según MAE (2015) establece que en caso de no contribuir al sistema de alcantarillado público, el caudal de descarga industrial no deberá superar la capacidad de carga del cuerpo hídrico; tampoco se efectuará las descargas en quebradas que se encuentren secas y en nacientes de fuentes hídricas.

2.2.1.3. Caudal de Infiltración:

El caudal de infiltración comprende el agua que ingresa al sistema de alcantarillado, en el caso de que se encuentre bajo el nivel freático o próximo a una fuga de agua de manera que provoque que el agua ingrese en grietas y uniones defectuosas. Este aspecto de infiltración debe tomarse en cuenta en el diseño por comprender en un aporte adicional en la red, y se lo considera de acuerdo a la permeabilidad del suelo y edad de la tubería (López, 2006).

Para Brière (2014) la infiltración por presencia de aguas subterráneas es constante y continua, que puede afectar directamente a cualquier sistema de alcantarillado y está relacionada con el diámetro y longitud de tubería.

2.2.1.4. Caudal de conexiones erradas:

El caudal de conexiones erradas resulta del producto de equivocaciones en el diseño para las aguas lluvias y la presencia de conexiones clandestinas. La consecuencia es que se sobrepase la capacidad del colector y colapse el sistema de tal forma que las aguas residuales salen a la superficie por medio de los pozos o, en el peor de los casos por las conexiones domiciliarias (López, 2006).

2.3. Coeficiente de retorno

El coeficiente de retorno es la relación entre el total del volumen de agua potable consumida y el agua que regresa al sistema de alcantarillado por los diferentes usos otorgados. Zambrano (2015) denomina al coeficiente de retorno como una fracción de la cantidad de agua empleada para fines domésticos que culmina en la red de colectores.

Este coeficiente permite considerar que no toda el agua potable consumida en los domicilios ingresa al sistema de alcantarillado. Este coeficiente, expresado en porcentaje fluctúa estadísticamente entre 65 y 85% (López, 2006).

Para un diseño de alcantarillado, el coeficiente de retorno se obtendrá a partir de la información disponible por la empresa de agua pública y saneamiento, pero en el caso de no disponerla será necesario utilizar los datos referentes a libros o normas avalizadas.

Las razones por las que un porcentaje de agua potable suministrada no ingresa al sistema sanitario doméstico son debidas a su uso para riego de jardines, abrevar animales, la limpieza de viviendas, entre otros usos externos que resultan en el almacenamiento temporal del agua o su disipación hacia la atmósfera.

Por otro lado, las áreas de aportación, son las zonas adyacentes al tramo de tubería o colector diseñado y se las delimita a partir de un levantamiento catastral y de las edificaciones conectadas al colector, considerando también futuras construcciones en la zona (AWWA, 2011).

La expresión para el cálculo del caudal medio de aguas residuales está en función de la dotación neta de agua potable (L/hab*día), el número de habitantes de la zona (hab. /Ha), el coeficiente de retorno (adimensional) y se realiza la respectiva transformación de unidades para que el caudal quede expresado en litros por segundo, L/s (López, 2006).

Ecuación 2. Caudal medio de aguas residuales

$$Qd = \frac{d_{neta} * P * R}{86400}$$

Fuente: EMAAP-Q (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q. Pág.: 29. Título: 4*

Donde:

d_{neta} = dotación neta de agua potable (L/hab * día)

P = número de habitantes de la zona (hab./Ha)

R = coeficiente de retorno (adimensional)

Según la norma ecuatoriana CPE INEN 5 (1992), para el cálculo del caudal medio diario de aguas residuales domésticas, es necesario considerar un cálculo para el principio y el final del periodo de diseño. Siendo este caudal el producto de la población aportante y el suministro de agua potable correspondiente al inicio y fin del periodo de diseño, viéndose reducido por el coeficiente de retorno.

Esta norma CPE INEN 5 (1992), a su vez establece que en ciudades con sistemas de alcantarillado existentes, el valor del coeficiente de retorno podrá determinarse mediante mediciones en zonas residenciales típicas y para comunidades que no posean un sistema de alcantarillado existente, se podrá usar valores obtenidos para otras ciudades o de la literatura técnica, justificando el valor seleccionado.

Tabla 3. Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficientes de retorno
Bajo y medio	0.7 - 0.8
Medio alto y alto	0.8 - 0.85

Nota: Fuente: EMAAP-Q (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q.*

Pág.: 30. Título: 4

2.4. Aforos en colectores

El aforo en colectores de acuerdo con Upp & LaNasa (2002), se define como la medición de partículas que se mueven uniformemente en un conducto de manera ininterrumpida para determinar la cantidad de masa líquida en movimiento.

El aforo de redes colectoras de desagüe es de gran importancia para el mantenimiento y operación de estas, debido a que nos brinda una visión inmediata de lo que sucede en el área de drenaje en estudio. Cuando no se dispone de datos de consumo de agua o se requiere cuantificar el volumen de las descargas de áreas de drenaje nuevas es aplicable el aforo de colectores, permitiendo en el primer caso inferir la cantidad consumida de agua y en el segundo conocer el volumen de descargas por medición directa en un periodo determinado (De los Ríos, 2000).

Para el aforo de colectores de desagüe se consideran las características topográficas del tramo en el cual se realizará el aforo, la velocidad del flujo, la clase de material del colector y su estado de limpieza (De los Ríos, 2000).

A continuación se describirán algunos de los métodos empleados para la medición de caudal de aguas residuales:

2.4.1. Procedimiento tradicional de medición de caudal:

Una forma aproximada y simple para determinar el caudal de un flujo, consiste en medir la velocidad de un objeto flotante que recorre a lo largo de una sección uniforme, conociéndose el ancho de la sección transversal y midiéndose la profundidad del flujo. Con los datos previos y obtenidos se aplica la fórmula básica de caudales:

Ecuación 3. Ecuación de la continuidad para un flujo incompresible y permanente

$$Q = v * A$$

Fuente: Streeter, V. Wyle, B. (1979). *"Mecánica de fluidos"*.
Pág.: 135. Capítulo: 3

Donde:

$Q = \text{Caudal}$

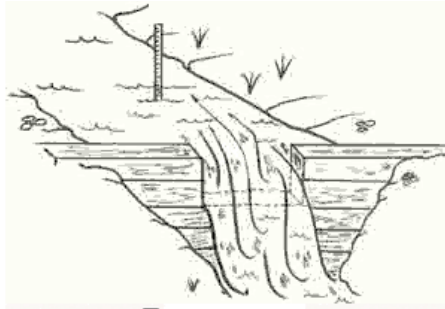
$v = \text{Velocidad de objeto flotante}$

$A = \text{Área de la sección transversal}$

2.4.2. Conceptos básicos para medición de caudal:

La medida de caudal se expresa como una magnitud que representa a la longitud cúbica para el tiempo (L^3/T). Para obtener el caudal de agua potable o aguas residuales se requiere de medidores de caudal instalados en la red de distribución de agua potable y en el colector de aguas servidas. La medición de caudal en plantas de tratamiento de aguas residuales generalmente se realiza con azud y canal en un tramo recto, por la razón que no son vulnerables a obstrucción por sólidos presentes en las aguas residuales (Spellman, 2014).

Ilustración 4. Medición de caudal en canal abierto



Fuente: Canyon Hydro (2013)

2.4.3. Aparatos para medición de caudal:

Las técnicas empleadas para la medición de caudal han ido mejorando con el tiempo, disponiendo en la actualidad de aparatos sofisticados y más precisos.

Seleccionar el equipo adecuado para realizar una medición de caudal es primordial, es por eso que se debe considerar los siguientes aspectos (Morris & Langari, 2012):

- Identificar el tipo de conducción, si es tubería o canal abierto

- Rango de variación de caudal
- Observar la presencia de sólidos
- Disponibilidad de aparatos de medición de caudal en el medio
- Magnitud de velocidad del flujo

2.4.3.1. Medidores de caudal con diferencia de presión:

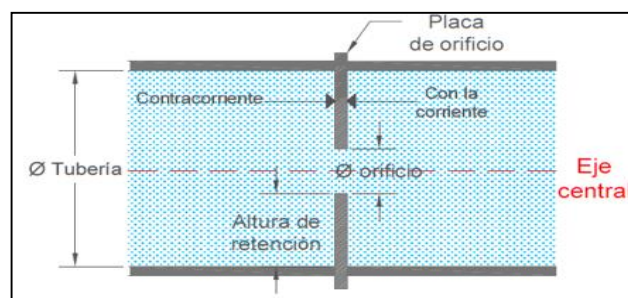
Los medidores de caudal con diferencia de presión son una de las técnicas más utilizadas para medir el caudal en tuberías, el cual comprende de una restricción en la línea de flujo causando una diferencia de presión. Esta técnica tiene la ventaja de ser de fácil construcción, relativamente a un de bajo costo, bajo mantenimiento y sin partes sueltas susceptibles a cualquier movimiento. El principio de operación de este método consiste en medir la presión de dos puntos en el flujo, señalando así el índice de flujo que circula. Como hay diferencia de presión entre los dos puntos de análisis, se obtiene el resultado del cambio de velocidades en el flujo. Existe una relación entre el índice de flujo y el volumen, es por eso que para este caso se traduce la presión diferencial en volumen de flujo (Morris & Langari, 2012).

Es importante para aplicar este método, realizar las debidas calibraciones de manera periódica y realizar la instalación conforme a códigos o normas (Spellman, 2014).

Los tipos de medidores de caudal más empleados para agua potable y aguas servidas son los siguientes:

- **Orificio:** consiste en un orificio delgado y concéntrico en un plato llano metálico, colocado de forma perpendicular al flujo dentro de una tubería o conducto. El agua pasa el por el orificio, produciendo esta restricción un aumento de velocidad y disminución de presión. A medida que el agua se aleja del orificio, la velocidad decrece y la presión se eleva. No resulta apropiado en redes sanitarias debido a la presencia de sólidos, el alto costo y complejidad de instalación (Morris & Langari, 2012).

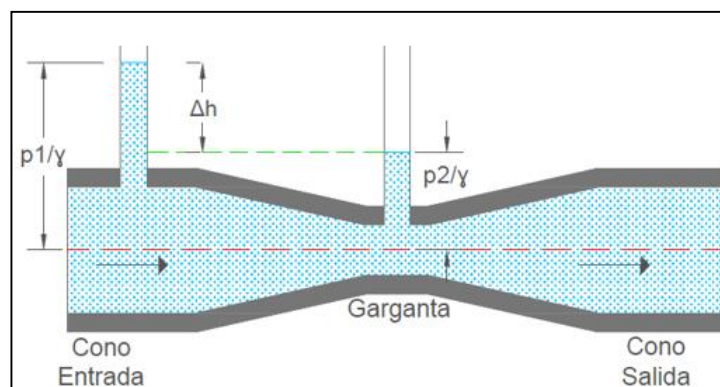
Ilustración 5. Medidor tipo orificio



Fuente: Autor (2016)

- **Venturi:** Consiste en un tubo que se caracteriza por tener un estrechamiento por garganta. Tiene la ventaja de poseer una vida útil mayor, es simple de fabricar y de cierta forma representa una menor pérdida de presión permanente que del tipo orificio. Su desventaja es que tiene un costo relativamente alto. Este tubo sí es empleado para aguas servidas porque al tener una superficie lisa en la entrada, permite que los sólidos sean barridos en lugar de seguirse sedimentando, como en el tipo orificio (Morris & Langari, 2012).

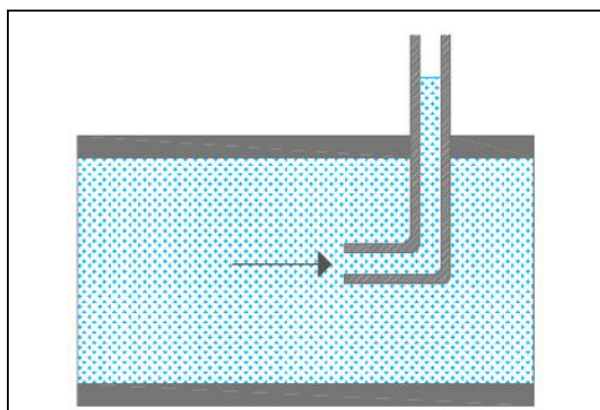
Ilustración 6. Tubo Venturi



Fuente: Autor (2016)

- **Tubo Pitot:** Se trata de un tubo cuya boca se enfrenta al flujo y se usa para medir velocidades. A medida que el fluido se impacta con la boca del tubo, la velocidad se reduce a cero, y la energía cinética se transforma en energía potencial. La presión en el punto de impacto es considerada la presión total. La diferencia de presión en el punto de impacto y la presión estática medida en el mismo punto es la carga de velocidad (Morris & Langari, 2012).

Ilustración 7. Medidor tipo Pitot



Fuente: Autor (2016)

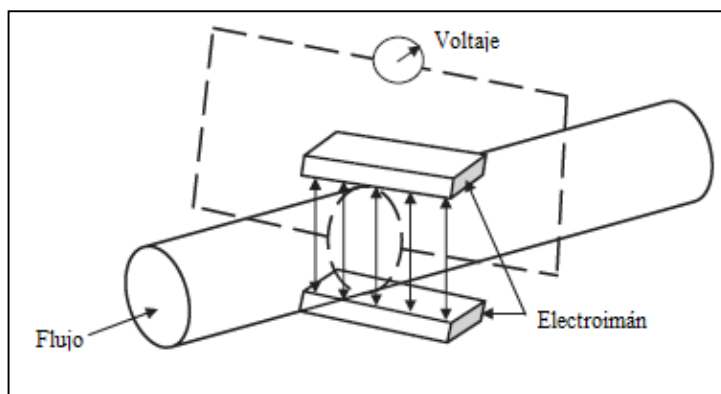
2.4.3.2. Medidores de caudal magnéticos:

Se trata de un medidor de caudal que se basa en el voltaje producido por dos electrodos conforme el agua pasa a través del campo electromagnético. El voltaje se encuentra en función de la fuerza del campo electromagnético (dato constante), la distancia entre electrodos (dato constante) y la velocidad del flujo de agua (dato variable). Las propiedades principales de los medidores de caudal magnéticos son las siguientes (Spellman, 2014):

- a) Pérdida de carga mínima
- b) No tiene efecto en el perfil del flujo
- c) Apropiado para espacios entre 2,54mm y 3048mm
- d) Rango de precisión desde 0,5 a 2%
- e) Capacidad de medir en dirección al flujo y en reversa

De acuerdo a las características mencionadas del aparato, Liptak (2003) destaca la baja frecuencia obstrucciones y el hecho de que no dispone de partes sueltas que sean susceptibles a desprenderse durante su operación. Además, describe que el aparato es adecuado para flujos con sustancias ácidas, básicas y acuosas, ya que los materiales de recubrimiento aparte de disponer de un aislamiento eléctrico, poseen una gran resistencia a la corrosión.

Ilustración 8. Medidor de caudal magnético



Fuente: Brière, F. (2014). *Drinking-Water Distribution, Sewage, and Rainfall Collection*. Pág.: 331. Capítulo: 9

Sin embargo, Liptak (2003) resalta también que las limitaciones que tiene el aparato son, en primer lugar, que solo está diseñado para medir en conductos; segundo, el cuidado en la instalación eléctrica es esencial, y tercero, se encuentra en el rango de costos de caudalímetros desde moderado a costoso.

2.4.3.3. Medidores de caudal de ultrasonido:

El aparato de ultrasonido para medir caudal, tiene una técnica similar al aparato magnético, pero con la diferencia de que no está restringido a fluidos que circulan expresamente por conductos. Este aparato usa un transductor eléctrico para enviar un rayo de ondas ultrasónicas por medio del agua a otro transductor ubicado al otro lado de la unidad. La precisión de este equipo se destaca en comparación con las otras técnicas de medición mencionadas. Para una velocidad de flujo entre 0.30 a 7.60 m/s tendrá una precisión de $\pm 1\%$ (Spellman, 2014).

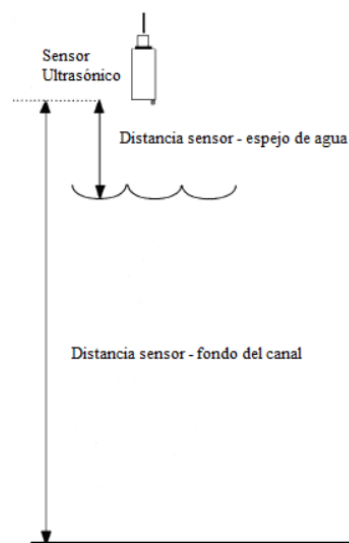
A pesar de la alta confiabilidad que brinda este aparato y bajo requerimiento de mantenimiento, lo que le da mayor preferencia ante el aparato magnético es que no se encuentra insertado como parte integral de la línea de flujo (Morris & Langari, 2012).

Existen dos tipos de medidores de caudal por ultrasonido que emplean diferentes tecnologías:

Medidor ultrasónico de nivel:

Es un sensor ultrasónico que transmite ondas de sonido y que son reflejadas en la superficie del agua, el tiempo requerido entre emisión de la onda de sonido y el eco recibido determina la altura del líquido en el canal; este dato permite convertir a caudal (Guide, 2013).

Ilustración 9. Medidor ultrasónico de nivel



Fuente: Guide (2013) 710 Ultrasonic Module.

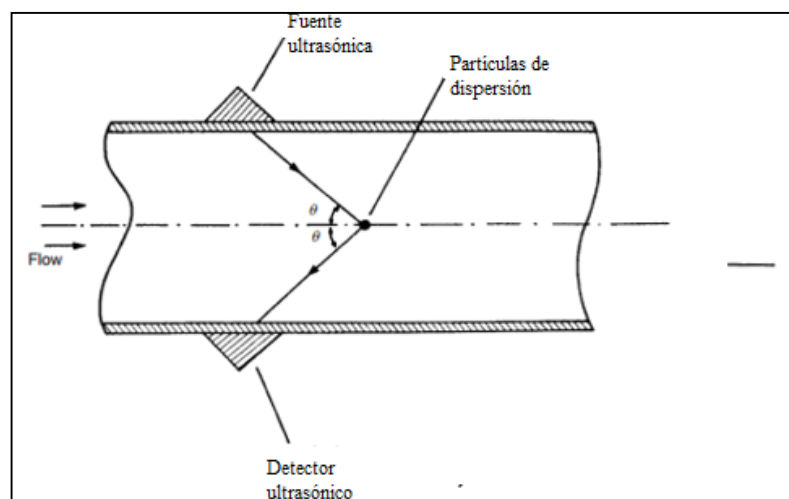
Pág.: 8

Los aspectos positivos de este medidor tipo transitorio es su mínima pérdida de carga, no presenta obstrucciones en el flujo, es un aparato portátil y la medición del flujo en dos direcciones ya sea en dirección del flujo o en sentido contrario. Los aspectos negativos que tiene es su sensibilidad ante la presencia de sólidos o contenido burbujeante, el alineamiento de los transductores es crítico y la sensibilidad a un flujo turbulento. (Morris & Langari, 2012).

Medidor ultrasónico tipo Doppler:

Este tipo de medidor parte del principio de la frecuencia de Doppler causada por un sonido reflejado por partículas en movimiento en la trayectoria del flujo. Se debe considerar que este medidor es de menor precisión a diferencia del transitorio, pero si es empleado por tener un menor costo. La presencia de estas partículas dispersas en la trayectoria del flujo es necesario para permitir la operación de esta técnica, las cuales producen una frecuencia de movimiento entre la energía ultrasónica transmitida y reflejada. Este instrumento dispone un par transmisor – receptor ultrasónico, diferenciándose en que las frecuencias de propagación y reflejadas son directamente proporcionales a la velocidad del flujo (Morris & Langari, 2012).

Ilustración 10. Medidor ultrasónico tipo doppler.



Fuente: Brière, F. (2014). *Drinking-Water Distribution, Sewage, and Rainfall Collection*. Pág.: 332. Capítulo: 9

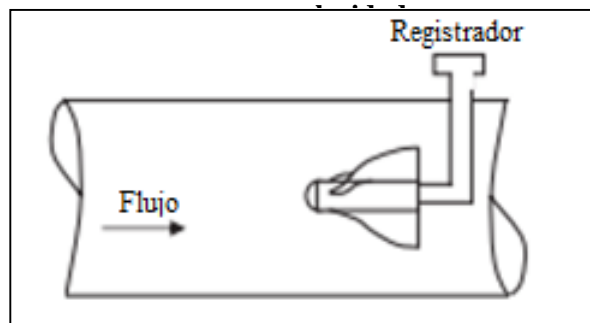
Los aspectos positivos de este medidor tipo doppler son que tiene una mínima pérdida de carga, es portátil, no presenta obstrucciones en el flujo, baja posibilidad de interrupción en

el flujo, no dispone de partes sueltas que se puedan desprender durante la operación, bajo costo en comparación con el de tipo transmisión, fácil instalación y funciona en cualquier dirección del flujo. Como aspectos negativos se tiene que requiere de una velocidad mínima para mantener la suspensión, y la presencia mínima de concentración y tamaño adecuado de sólidos o burbujas para una buena operación. (Morris & Langari, 2012).

2.4.3.4. Medidor de caudal de velocidad:

Es un aparato que emplea una turbina para efectuar la medición, consistiendo en una turbina montada en una tubería de forma axial de manera paralela a la dirección del flujo. La turbina mide la velocidad del flujo que atraviesa, después a la velocidad se la pone en términos volumétricos por la medición registrada. El sensor del equipo puede ser mecánico, con una rueda dentada acoplada a un mango o con un sensor electrónico. Este aparato es oportuno para rangos de caudal entre 0,000063 l/s a 1600 l/s. El tipo de material empleado para fabricar este dispositivo es de acero generalmente, aunque en la actualidad se está distribuyendo en algunos tipo de materiales incluyendo los de plástico. Se debe tomar en cuenta que para emplear este aparato, se lo debe utilizar en fluidos relativamente limpios. Las características de este tipo de medidor es su media precisión, gran resistencia a la corrosión de materiales, largo término de estabilidad, bajo descenso de presión y amplio rango de operación (Morris & Langari, 2012).

Ilustración 11. Medidor de caudal de



Fuente: Brière, F. (2014). *Drinking-Water Distribution, Sewage, and Rainfall Collection*. Pág.: 333. Capítulo: 9

CAPÍTULO III: Delimitación del área de aporte del sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe

3.1. Análisis de la información disponible por EPMAPS

La delimitación del área de aporte del sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe se realizó en base a la información disponible en la EPMAPS, que consistía en un estudio realizado inicialmente por la consultora Lotti - Beglar.

Dentro del estudio de la planta de tratamiento de Quitumbe se determinó un área de influencia directa conformada por los siguientes barrios: La Concordia, Alpallacta, Terranova, Ninallacta y Cooperativa Ejercito Nacional. El área de influencia indirecta de aguas residuales que aportan al sistema de alcantarillado está conformada por los barrios: Cooperativa Mariscal Sucre, San Alfonso, Cooperativa Tarqui, Manuelita Sáenz, San Marcelo, Nuevos Horizontes, Espejo, Rumihucu, La Ecuatoriana y La Inmaculada.

La información proporcionada se encuentra disponible para el software ArcGIS, herramienta con la cual se continuó con el análisis y verificación del área de aporte en oficina, posteriormente corroborada en campo.

Como parte de la información entregada por la empresa para la delimitación del área de aporte a la PTAR de Quitumbe se dispuso de los archivos:

- Límites parroquiales del sur del DMQ
- Área de aporte de la PTAR de Quitumbe
- Ubicación de la PTAR de Quitumbe
- Imagen satelital de la parroquia Quitumbe
- Manzanas de la parroquia Quitumbe
- Predios de la parroquia Quitumbe
- Delimitación de los barrios de la parroquia Quitumbe
- Red vial de la parroquia Quitumbe
- Pozos de alcantarillado
- Redes de alcantarillado

- Interceptor que conecta a la PTAR de Quitumbe
- Puntos de aforo de caudal
- Conexiones domiciliarias de agua potable
- Catastro de clientes EPMAPS

3.1.1. Catastro de la red de alcantarillado

El inventario de la red de alcantarillado que se detalla a continuación solo consta de los pozos y redes que conforman el área de aporte corregida de la PTAR de Quitumbe, que para su identificación y clasificación han sido registrados en armonía con la caracterización vigente en el catastro de redes de saneamiento en parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

Para el registro y la clasificación de los pozos se consideró necesario identificar el subtipo y la forma de la sección; levantándose la información de la delimitación actualizada del área de aporte de la PTAR de Quitumbe detallado en la tabla 4, correspondiente a la zona de aporte 3 y 4.

Tabla 4. Inventario pozos – Zona de aporte 3

Subtipo	Sección	Cantidad
Revisión	Rectangular	50
Revisión	Cilíndrico	535
Revisión	Cónico	421
Revisión	Otro	5
Inicio		
	Rectangular	2
	Cilíndrico	75
	Cónico	51
Captación		
	Cilíndrico	1

Sumidero	Rectangular	1
Descarga	Cilíndrico	1
	Total	1142

Nota: Fuente: Autor (2016)

El resumen de los pozos por subtipo se detalla en la tabla 5:

Tabla 5. Resumen inventario pozos

Subtipo	Cantidad
Revisión	1011
Inicio	128
Captación	1
Sumidero	1
Descarga	1

Nota: Fuente: Autor (2016)

En el inventario de red de alcantarillado se clasificó en función del tipo de red, material y sección. Para el registro se tomó en cuenta la longitud de tramo bajo las características descritas, además, la información se basó en la delimitación actualizada del área de aporte de la PTAR de Quitumbe. En el *Anexo 1* está el inventario más detallado de la red de alcantarillado.

Tabla 6. Inventario de la red pluvial

Red	Material	Sección	Cant. (km)
Pluvial	Ladrillo	Circular	0.013
Pluvial	PVC corrugado	Circular	0.837
Pluvial	Hormigón Simple	Circular	6.674

Pluvial	Hormigón Armado	Circular	0.022
Pluvial	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.069
Pluvial	Polietileno de alta densidad	Circular	0.010
Pluvial	Hormigón Simple	Rectangular	0.002

Nota: Fuente: Autor (2016)

Tabla 7. Inventario de la red combinada

Red	Material	Sección	Cant. (km)
Combinado	Ladrillo	Circular	0.049
Combinado	PVC corrugado	Circular	14.573
Combinado	Hormigón Simple	Circular	30.290
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	1.444
Combinado	Polietileno de alta densidad	Circular	0.551
Combinado	Piedra	Rectangular	0.657
Combinado	PVC corrugado	Rectangular	0.020
Combinado	Hormigón Simple	Rectangular	0.041
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	7.104
Combinado	Hormigón Armado	Baúl	0.100
Combinado	Piedra	Trapezoidal	0.306

Nota: Fuente: Autor (2016)

Tabla 8. Inventario de la red sanitaria

Red	Material	Sección	Cant. (km)
Sanitario	PVC corrugado	Circular	8.783
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	8.919

Sanitario	Hormigón Armado	Circular	0.247
Sanitario	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.732
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.868
Sanitario	Hormigón Armado	Rectangular	0.219

Nota: Fuente: Autor (2016)

Una vez que detallada la red: pluvial, combinada y sanitaria, se resumió a cada red en función de su longitud total. Como se observa en la siguiente tabla-resumen de la red de alcantarillado, la red combinada es la que más predomina dentro del área de aporte para la PTAR de Quitumbe con una longitud total de 55.14 km, seguido por la red sanitaria con 19.77 km y la red pluvial con 7.63 km.

Tabla 9. Resumen red de alcantarillado

Red	Longitud total (km)
Red pluvial	7.63
Red combinada	55.14
Red sanitaria	19.77

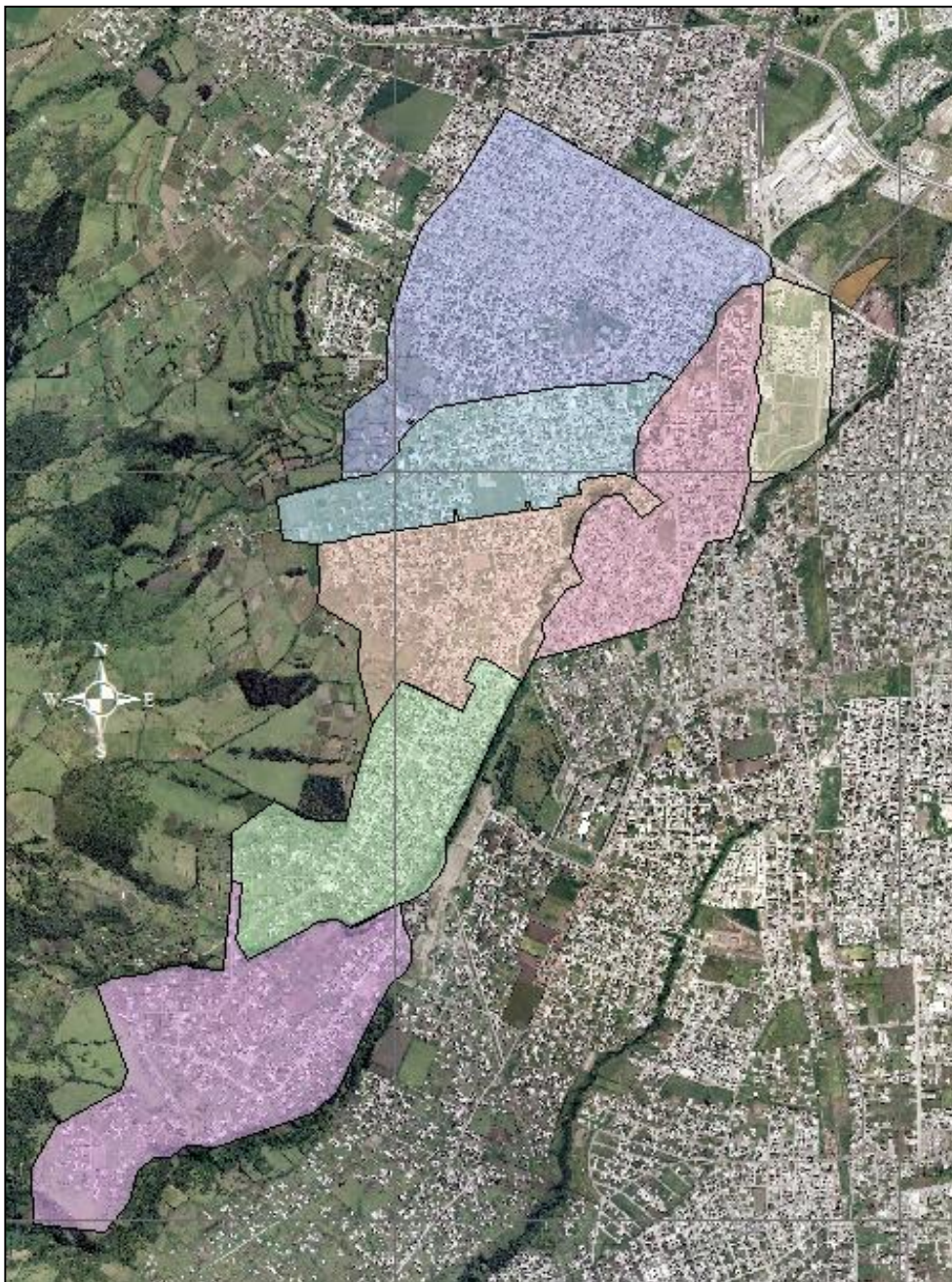
Nota: Fuente: Autor (2016)

La red predominante dentro del área de aporte para la PTAR de Quitumbe, es la red combinada; además, de acuerdo a la tabla del inventario de la red combinada, la sección de mayor longitud corresponde a la circular con material de hormigón simple en más del 50% de la longitud total.

3.1.2. Mapa de delimitación

La delimitación del área de aporte para la PTAR de Quitumbe fue realizada por la EPMAPS sin contar con una verificación en campo. Conforme a la delimitación inicial el área de aporte estaba dividida en 7 zonas de aportación, para diversos estudios de la PTAR de Quitumbe. Esta delimitación se realizó a simple inspección, tomando en cuenta la dirección del flujo y las cotas de fondo de pozos.

Ilustración 12. Delimitación área de aporte Quitumbe



Fuente: EPMAPS

3.2. Validación de información en campo

Como ya se mencionó anteriormente, la delimitación del área de aporte no estaba sustentada en una verificación de campo y los puntos de muestreo no se encontraban correctamente ubicados. Es por eso que se vio la necesidad de ubicar en campo correctamente los puntos de muestreo y colocarlos en el mapa.

Para la verificación del área de aporte fue necesario sustentarse de la revisión en campo de pozos comprobando que la dirección de flujo de redes que conectan a los pozos se conecte posteriormente al interceptor de la PTAR de Quitumbe.

Los pozos considerados para la verificación fueron seleccionados por la incertidumbre en la salida de flujo, dado que se presentaban en el plano con dos salidas de flujo, siendo una de estas el inicio de una nueva tubería, mas no una continuación de flujo, como se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 13. Pozo con redes que conectan



Fuente: EPMAPS

Para realizar la verificación en campo, se abrieron los pozos donde se tenía incertidumbre sobre el flujo de las redes.



Fotografía 1. Inspección de pozos con personal de EPMAPS

En la fotografía 2 se muestra una evidencia de uno de los pozos que se inspeccionó. Éste corresponde a un pozo de cabecera localizado en el sector de La Ecuatoriana.



Fotografía 2. Revisión de pozos

En la fotografía 3 se observa un pozo con dos entradas de flujo, en el cual su inspección favoreció en la verificación de las redes que conectaban al punto de muestreo 2, en la calle Emilio Uzcátegui.



Fotografía 3. Revisión de pozos

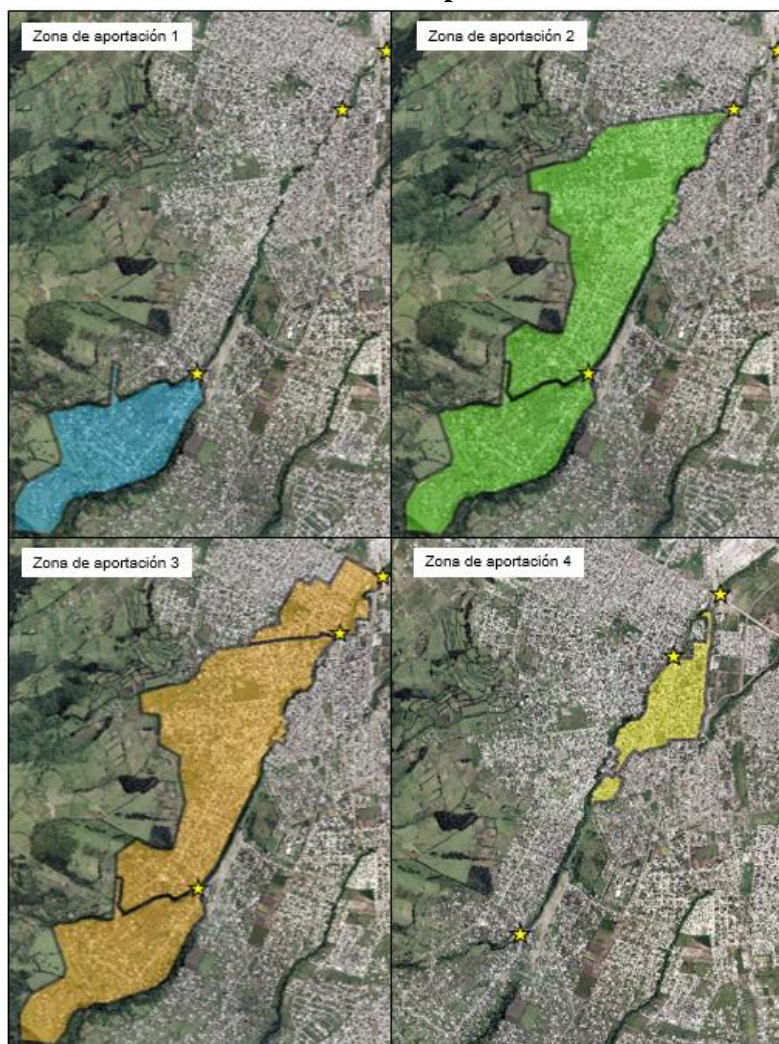
3.3. Determinación actualizada del área de aporte del sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe

En base a la delimitación efectuada por la Empresa, se realizó una primera modificación del mapa en oficina, dividiéndolo en 3 subáreas en base a los puntos de muestreo y una subárea 4. En esta zona 4 se calculará tanto el volumen de aguas residuales y la población a servir con el coeficiente de retorno que se determine en la zona 3.

Para esto, según las redes disponibles, se analizaron que estén conectadas al interceptor principal antes de los puntos de aforo y se modificaron las redes que no conectaban (ver ilustración 15)

Adicionalmente, con la verificación en campo realizada se corrigió el área de aporte y como resultado del análisis se obtuvo la siguiente delimitación:

Ilustración 14. Área de aporte actualizada



Fuente: Autor (2016)

CAPÍTULO IV: Cuantificación del caudal de consumo de agua potable en el sector de Quitumbe

4.1. Análisis información catastral

La delimitación definitiva del área de aporte de la PTAR de Quitumbe fue necesario para cuantificación de consumos de agua potable. El motivo por el cual se requería el área de aporte actualizada y definitiva era para considerar únicamente a los predios que forman parte del área de aporte para la PTAR de Quitumbe.

La información entregada consistía en el catastro gráfico de los clientes que está manejado por el departamento de catastro y facturación mediante puntos de ubicación dentro del sistema de información geográfico comercial.

El análisis de la información catastral se lo realizó únicamente de los predios que conforman el área de aporte y se detalló el catastro en las tres subáreas que constituyen los puntos de muestreo para el aforo de aguas residuales. Para esto se clasificó por el código de alcantarillado y se determinó la cantidad de predios.

Las subáreas que dividen el área de aporte de la PTAR de Quitumbe se detallará más adelante; sin embargo, cabe destacar que se incrementa la extensión de cada subárea conforme se acerca al punto de muestreo 3 que abarca toda el área de aporte de la PTAR de Quitumbe.

El código de alcantarillado establecido por la EPMAPS, está relacionado a las siguientes definiciones:

Tiene alcantarillado: Consiste en los predios que están conectados al sistema de alcantarillado, el cual dispone de tuberías, conductos y obras adicionales que tienen las funciones de recibir, desalojar y conducir las aguas residuales generadas por una población determinada.

No tiene alcantarillado: Se trata de los predios que no se encuentran conectados al sistema de alcantarillado.

Autogestión: Comprende los conjuntos residenciales privados que cuentan con una propia planta de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Derivación: Se refiere a los predios que cuentan con un sistema de alcantarillado, pero que disponen de un derivador de caudal.

Fosa séptica: Es un tanque hermético en donde se desaloja las aguas residuales domésticas.

Pozo ciego: Consiste en aquellos predios que disponen de un pozo que acumula las aguas residuales domésticas, y que la materia orgánica sufre un proceso de descomposición.

Desagüe: Se trata de un desalojo de las aguas residuales de manera directa a un cuerpo receptor.

Tabla 10. Código de alcantarillado de subárea 1

Zona 1	
Código de alcantarillado	Cantidad de predios
Tiene alcantarillado	774
No tiene alcantarillado	25
Autogestión	3
Derivación	10
Fosa séptica	5
Pozo ciego	2
Desagüe	11

Nota: Fuente: Autor (2016)

Tabla 11. Código de alcantarillado de subárea 2

Zona 2	
Código de alcantarillado	Cantidad de predios
Tiene alcantarillado	3530
No tiene alcantarillado	141

Autogestión	27
Derivación	153
Fosa séptica	11
Pozo ciego	8
Desagüe	14

Nota: Fuente: Autor (2016)

Tabla 12. Código de alcantarillado de subárea 3

Zona 3	
Código de alcantarillado	Cantidad de predios
Tiene alcantarillado	4367
No tiene alcantarillado	146
Autogestión	27
Derivación	287
Fosa séptica	11
Pozo ciego	8
Desagüe	18

Nota: Fuente: Autor (2016)

Realizando un análisis del total de predios conectados y no conectados al sistema de alcantarillado, se obtuvieron:

Tabla 13. Porcentaje de conexiones al sistema de alcantarillado

Predios conectadas al sistema de alcantarillado	96%
Predios no conectadas al sistema de alcantarillado	4%

Nota: Fuente: Autor (2016)

Para la zona de aporte 4, que constituye un área que aportará a la PTAR de Quitumbe pero que aún no está conectada al interceptor, se determinó la cantidad de predios bajo las siguientes circunstancias:

Tabla 14. Código de alcantarillado de subárea 4

Zona 4	
Código de alcantarillado	Cantidad de predios
Tiene alcantarillado	579
No tiene alcantarillado	2
Autogestión	0
Derivación	122
Fosa séptica	0
Pozo ciego	0
Desagüe	1

Nota: Fuente: Autor (2016)

Teniendo en cuenta que el área de aporte a la PTAR de Quitumbe está conformada por la zona 3 y la zona 4, se resumió la cantidad total de predios en el área actualizada completa.

Tabla 15. Código de alcantarillado de área total a la PTAR de Quitumbe

Código de alcantarillado	Zona 3	Zona 4	Área total de aporte a la PTAR Quitumbe
Tiene alcantarillado	4367	579	4946
No tiene alcantarillado	146	2	148
Autogestión	27	0	27
Derivación	287	122	409
Fosa séptica	11	0	11
Pozo ciego	8	0	8
Desagüe	18	1	19

Nota: Fuente: Autor (2016)

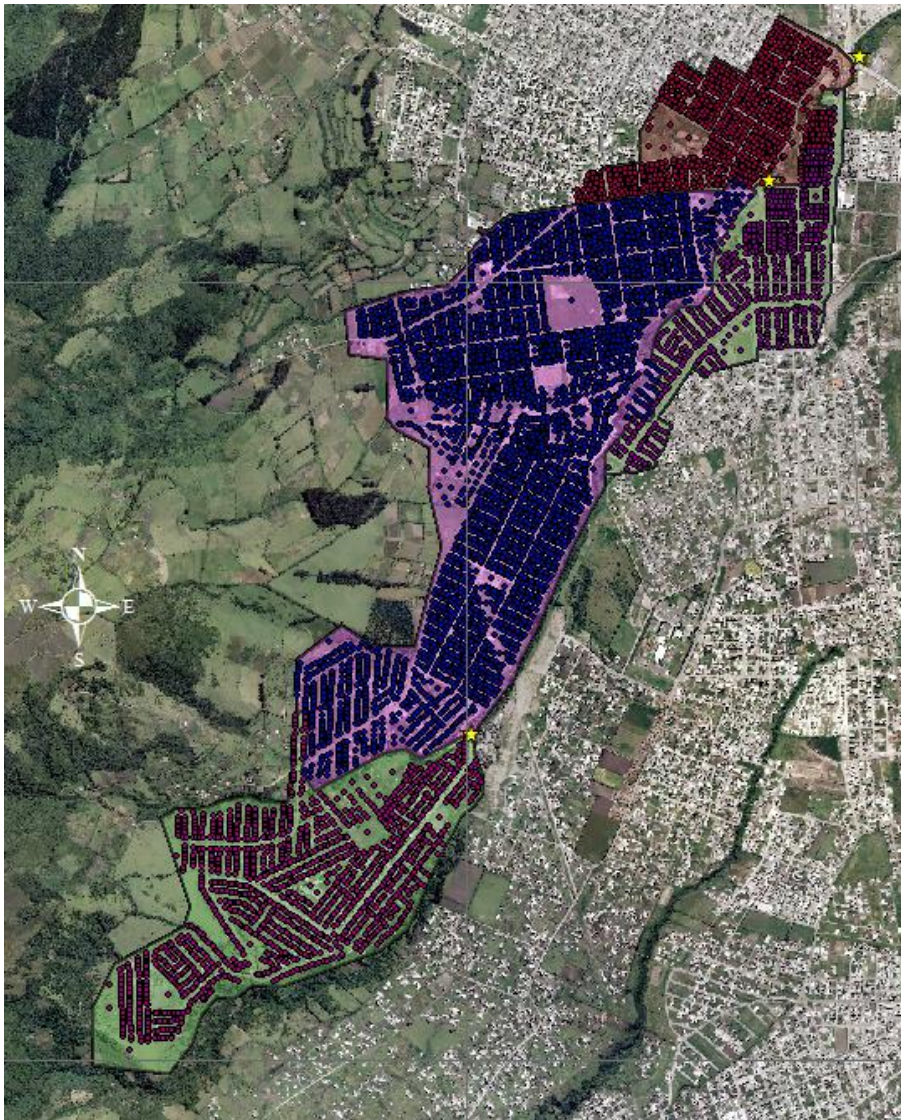
4.2. Análisis de base de datos de micro medición realizado por EPMAPS

Los datos suministrados por la EPMAPS fueron los consumos de agua potable del año 2016 en base al área de aporte actualizada de la PTAR de Quitumbe.

Para el año 2016 se dispone de los consumos de agua potable de los meses que se realizó el aforo correspondiente en: enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio.

Los datos de las conexiones al sistema de agua potable correspondientes al área de aporte actualizada fueron entregados en el software ArcGIS y el consumo de agua potable en cada conexión se emitió en formato Microsoft Excel.

Ilustración 17. Conexiones domiciliarias al sistema de agua potable



Con respecto a la información entregada en formato MS Excel, está organizada en:

- Mes facturado
- Conexión domiciliaria
- Número de cuenta
- Consumo en m³/mes
- Código de alcantarillado

Para el cálculo del coeficiente de retorno de aguas residuales es necesario considerar que los predios con conexiones al sistema de agua potable dispongan una conexión al sistema de alcantarillado, por lo cual en base a la información entregada por el departamento de facturación de la EPMAPS se consideraron los siguientes aspectos:

Tabla 16. Observaciones por código de alcantarillado

Código de alcantarillado	Se considera para el cálculo del coeficiente de retorno de aguas residuales Sí/No
Tiene alcantarillado	Sí
No tiene alcantarillado	No
Autogestión	Sí
Derivación	Sí
Fosa séptica	No
Pozo ciego	No
Desagüe	No

Nota: Fuente: Autor (2016)

4.3. Cuantificación de consumos de agua potable

La cuantificación del consumo de agua potable se organizó en tres subáreas, debido a que el aforo se lo realizó en tres puntos localizados a lo largo del interceptor que conecta la red de alcantarillado con la PTAR de Quitumbe. Además, se consideró la incorporación del consumo de agua potable en la zona 4.

Para el cálculo de consumos de agua potable por zonas se realizó un promedio aritmético, que consiste en la relación entre la suma aritmética de un conjunto de números dividida para el número de datos. Para esto se sumaron todos los datos correspondientes a los consumos de m³/mes, excluyendo aquellos predios que no aportan al sistema de alcantarillado, y dividiendo este valor para el número total de predios.

Ecuación 4. Media Aritmética

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{N} = \frac{\sum N}{N}$$

Fuente: Spiegel, M. (2010) “Estadística”

Donde:

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ = *Números (consumo de cada conexión)*

N = *Conjunto de números de estudio (número total de conexiones)*

Para la transformación de consumo mensual a consumo diario, se realizó únicamente una conversión de unidades, puesto que la EPMAPS no dispone de información con la resolución suficiente para realizar un cálculo de consumos diario con un método diferente al aplicado. Sin embargo, el resultado es una estimación diaria de consumo representativa de todo un mes.

Zona 1

La primera zona corresponde al barrio Manuelita Sáenz que corresponde al primer punto de muestreo ubicado entre las calles Ca S53 y Ca Oe 9C y se presentan los siguientes resultados de consumo mensual y diario para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio.

Tabla 17. Consumo de agua potable - Zona 1

Mes	Consumo Zona 1 (m ³ /mes)
Enero	12954
Febrero	10923
Marzo	11365
Mayo	10684
Junio	10977
Consumo promedio por zona (m³/mes)	11381

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 18. Consumos de agua potable en Zona 1



Fuente: Autor (2016)

Zona 2

La segunda zona comprende los predios de la primera zona y adicionalmente los barrios de: San Alfonso, Nuevo Horizonte Sur, Los Cóndores y San Francisco Sur, barrio que corresponden al segundo punto de muestreo ubicado entre las calles Emilio Uzcátegui y Juan Vázquez. Los consumos de agua potable mensual y diarios son:

Tabla 18. Consumo de agua potable - Zona 2

Mes	Consumo Zona 2 (m ³ /mes)
Enero	73311
Febrero	63066
Marzo	65590
Mayo	63377
Junio	63255
Consumo promedio por zona (m³/mes)	65720

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 19. Consumo de agua potable en



Fuente: Autor (2016)

Zona 3

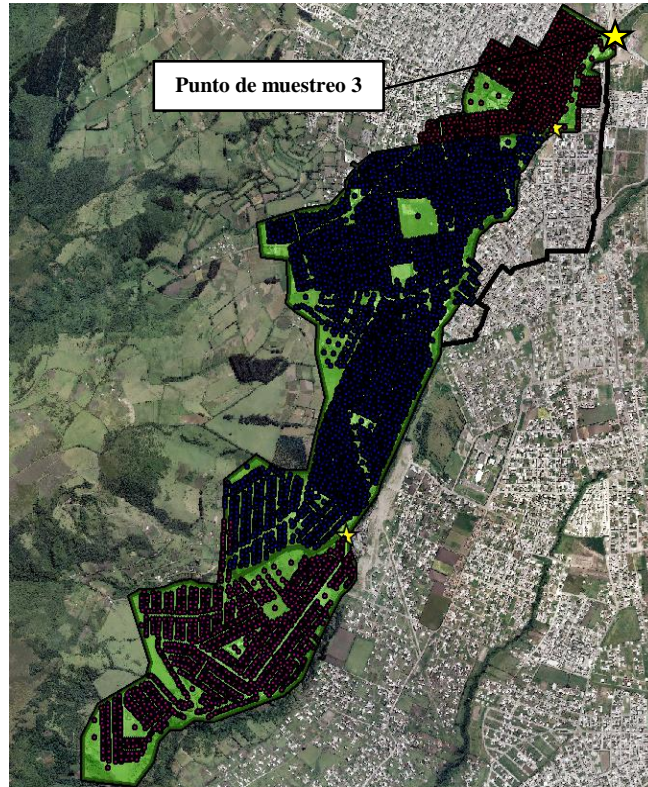
La tercera zona de cuantificación de consumo de agua potable comprende los barrios dentro de la zona 2 y una parte del barrio Las Orquídeas, los datos de consumo obtenidos dentro de la zona3 corresponden al tercer punto de muestreo ubicado entre la avenida Guayanan Ñan y la avenida Mariscal Antonio José De Sucre.

Tabla 19. Consumo de agua potable - Zona 3

Mes	Consumo Zona 3 (m ³ /mes)
Enero	99484
Febrero	85244
Marzo	85244
Mayo	85611
Junio	85407
Consumo promedio por zona (m³/mes)	88198

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 20. Consumo de agua potable en Zona 3



Fuente: Autor (2016)

Zona 4

La cuarta zona está constituida por una parte del barrio La Ecuatoriana. Aunque en esta zona no se realizó una campaña de aforo, pero el volumen de consumo de agua potable se calculó con el propósito de obtener un volumen teórico de aguas residuales que se produce en esta zona.

Ilustración 21. Consumo de agua potable en Zona 4



Fuente: Autor (2016)

CAPÍTULO V: Determinación del caudal de aguas residuales en el sistema de alcantarillado en el sector de Quitumbe

5.1. Análisis de información disponible

5.1.1. Determinación del aporte de aguas servidas dentro del área delimitada

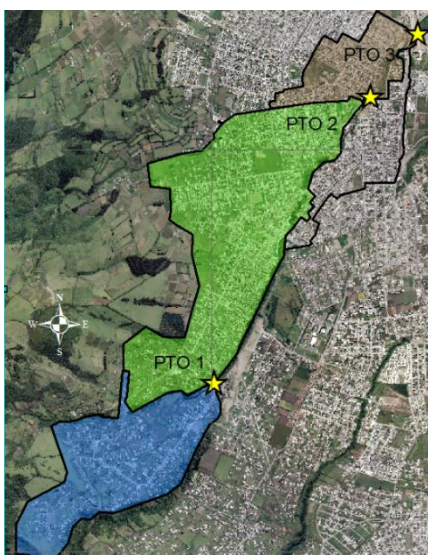
Para proceder con el aforo de aguas residuales se consideraron tres puntos de muestreo, ubicados a lo largo del interceptor que culmina en la PTAR de Quitumbe. Los puntos de muestreo miden caudales acumulativos de cada zona de aporte y tienen las siguientes coordenadas en base al sistema WGS84-TMQ.

Tabla 20. Coordenadas Geográficas Puntos de Muestreo

PUNTO	ESTE (WGS84_TMQ)	NORTE (WGS84_TMQ)
1	492020.719	9964263.957
2	493171.2419	9966399.113
3	493516.9932	9966873.409

Nota: Fuente: Autor (2016)

Ilustración 22. Puntos de muestreo



Fuente: Autor (2016)

5.2. Realización de aforos en diferentes zonas del colector principal

5.2.1. Descripción del trabajo realizado

Muestreador Automático ISCO:

Para la medición de caudal el equipo que se empleó es un Muestreador Automático ISCO 710, con módulo de flujo ultrasónico, que dispone de un sensor sin contacto directo con el flujo. El sensor ultrasónico está ubicado sobre el flujo de un cauce de tal manera que transmite una pulsación sonora que es reflejado por la superficie del flujo del cauce. La forma en que este aparato determina el nivel de líquido en un canal, está asociado al tiempo que transcurre entre la pulsación sonora y el eco que se produce. Con el dato del nivel de líquido, el muestreador de control lo convierte en caudal. La precisión del equipo para determinar el nivel de flujo depende de la altura en que se coloque el sensor, de 0 – 0.3 m tiene un error máximo de ± 0.006 m y de 0.3 – 3.0 m un error máximo de ± 0.012 m.



Fotografía 4. Muestreador Automático ISCO 710.

Las especificaciones técnicas del equipo empleado ISCO 710 con módulo de flujo ultrasónico señalan que es apropiado para medir el caudal en cauces que contengan agua con: químicos corrosivos, alta concentración de grasa y sólidos suspendidos. Más detalles respecto a las particularidades del equipo que encuentran en el Anexo 2.

Ilustración 23. Sensor ultrasónico



Fuente: “Teledyne ISCO manual”-

Anexo 2

En las características generales del equipo se describe los siguientes aspectos:

- Al no tener contacto del sensor ultrasónico con el flujo del cauce, no permite que se vea afectado por la composición del flujo circulante.
- El equipo es muy versátil al tener integrado conversiones para ciertas aplicaciones, la fórmula de Manning y algunas ecuaciones para situaciones especiales.
- Durante el proceso de aforo, se puede observar los datos que está registrando el equipo en ese preciso instante, como es el caudal y el nivel del flujo.
- Los datos registrados por el programa se pueden procesar por medio del software ISCO Flowlink que viene incluido con el equipo.

Para la instalación del equipo ultrasónico de aforo de caudales se deberá proceder de la siguiente manera:

Previo a la instalación

Los procedimientos previos a la instalación del equipo son fundamentales pues garantizan una correcta medición de los caudales en los colectores. Estos pasos previos a la instalación son los siguientes:

1. Verificar que el flujo sea laminar, debido a que el sensor que calcula el caudal mide la altura del flujo y si este es turbulento la altura variará constantemente generando mediciones erróneas.



Fotografía 5. Tipo de flujo en cauce – Punto de muestreo 3

2. Limpiar el canal en caso de ser necesario.
3. Tomar las medidas de la sección del colector como calado, ancho de la sección y pendiente del colector. Datos que serán utilizados en la programación del equipo.
4. Perforar las paredes del hormigón para fijar un apoyo sobre el cual se pueda colocar el sensor de flujo de forma fija.



Fotografía 6. Perforación para fijar apoyo del sensor

5. El equipo de aforo de caudales ISCO 710 también permite la obtención de muestras de agua servida, según los periodos de succión que se programe en la máquina, por lo que es importante que durante la instalación se verifique que las paredes internas de la manguera de succión no presenten impurezas.



Fotografía 7. Obtención de muestras de agua servida

Instalación del equipo

1. Se coloca la batería del equipo cuya duración depende del tiempo durante el cual se estén tomando las muestras de aguas servidas.



Fotografía 8. Conexión de manguera de succión al equipo de aforo

2. La conexión de la manguera de succión al equipo de aforo deberá ser realizada con presión moderada, lo cual garantiza que la manguera absorba en vacío.



Fotografía 9. Instalación del sensor

3. Limpiar e instalar en el colector el sensor de flujo, dejándolo fijo sobre su apoyo.
4. Colocar la manguera de succión en un lugar donde el agua servida transcurra con flujo laminar.
5. Encender el equipo y proceder a la programación del equipo.

Programación del equipo

Una vez instalado el equipo, se deberá configurar al controlador con el modulo para realizar la programación del equipo. A continuación se dará una descripción resumida de la programación:

1. La primera opción que presenta el equipo es el reconocimiento de la colocación del módulo, añadiendo si se desea descargar la información registrada o eliminarla (la información será descargada en caso de haber realizado una campaña de medición de caudal).
2. Al proceder con la programación, se desplegaran las opciones de: correr con la operación del equipo, programar, revisar el reporte y otras funciones. En este

punto, se seleccionara la opción de programar y se configurara las siguientes condiciones:

Tabla 21. Unidades disponibles del equipo

	Unidades
Longitud	ft, m
Caudal	cfs, gps, gpm, Mgd, lps, m3s, m3h, m3d
Volumen	cf, gal, Mgal, m3, lt

Nota: Fuente: Guide (2013)
“Installation and operation guide”
 Pag.: 14

En todas las campañas de medición de caudal en los 3 puntos de muestreo, las unidades que se consideraron fueron:

Tabla 22. Unidades consideradas

	Unidades
Longitud	m
Caudal	lps
Volumen	lit

Nota: Fuente: Autor (2016)

Con las unidades definidas para el muestreo, se prosigue con la configuración del equipo para las consideraciones del tipo de operación que se realizara, siendo para este caso de estudio el de medición de caudal.

3. Cuando se selecciona el tipo de operación para medición de caudal, el equipo automáticamente empleara la fórmula de Manning, es por eso que exigirá el ingreso de los siguientes datos:

Tabla 23. Tipos de sección y características

Tipo de sección	Características de sección
Circular	Pendiente
	Coefficiente de rugosidad
	Diámetro
Canal Rectangular	Pendiente
	Coefficiente de rugosidad
	Ancho
Canal Rectangular	Pendiente
	Coefficiente de rugosidad
	Ancho superior
	Ancho inferior

Nota: Fuente: Autor (2016)

4. Con las características establecidas anteriormente, se especifica las condiciones para tomar las muestras de aguas residuales, que servirá para el análisis del estado del flujo que circula.
5. Finalmente se presentara una pantalla indicando que se ha completado la programación y pregunta si se desea continuar con la operación del equipo.



Fotografía 10. Finalización de programación

Mini-molinete:

El mini-molinete es un instrumento usado para medir el caudal de un canal abierto, su funcionamiento consiste en hacer girar su hélice debido al flujo que recorre en el canal para calcular la velocidad del flujo en función del número de vueltas de la hélice en un periodo de tiempo. El equipo empleado fue de marca SEBA y cuenta con una precisión de 0.01 segundos (*Anexo 3*). Para reducir los errores de cálculo es necesario realizar tres mediciones a lo largo del ancho del canal y obtener un resultado más aproximado de flujo del río.

Equipo y materiales para realizar el aforo con molinete:

- Molinete
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Cuadro de resultados

Procedimiento de aforo con molinete:

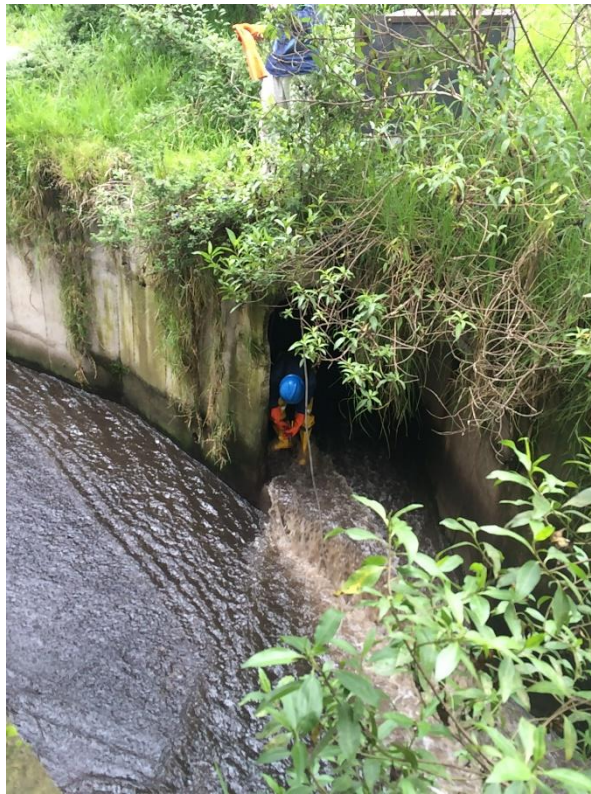
1. Medición del ancho del arroyo
2. Medición de profundidad del arroyo
3. Se consideró 3 puntos en el arroyo para hacer la medición con el molinete, siendo un punto en el medio y dos puntos restantes a 30cm desde la orilla en cada costado.
4. Se midió con el molinete la velocidad del flujo en cada punto por un tiempo de 1 minuto.



Fotografía 11. Medición con mini-molinete

5.2.2. Resultados de aforos con aparatos de medición (molinete y ultrasonido)

Los aforos realizados en los puntos de muestreo fueron elaborados mediante Muestreador Automático ISCO 710, mencionado anteriormente y un caudal adicional proveniente de la quebrada Ortega se lo aforó mediante el mini-molinete. El caudal proveniente de la quebrada Ortega, tiene una incidencia directa en el caudal de aguas residuales del punto tres, debido a que este caudal descarga en el interceptor al no existir una obra de derivación que impida que se mezcle este caudal con el caudal de aguas residuales.

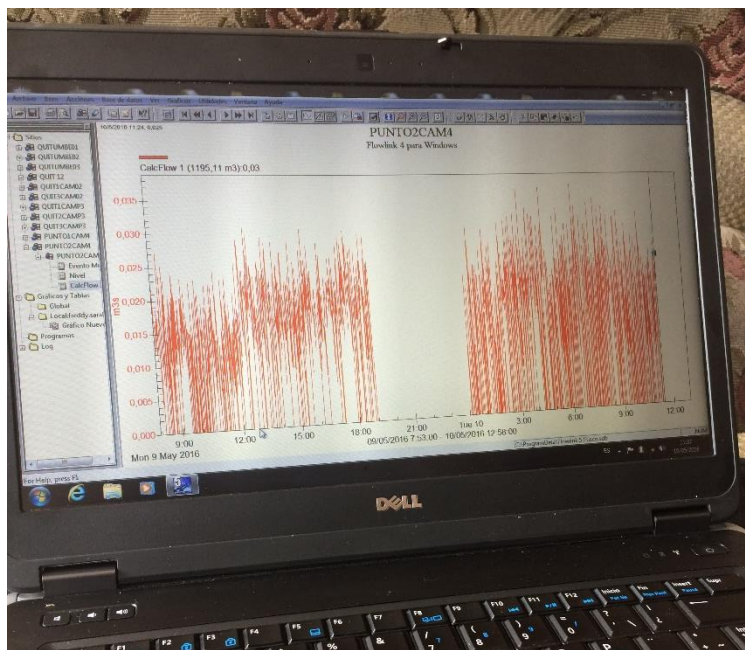


**Fotografía 12. Unión quebrada Ortega -
Interceptor**

El Muestreador Automático ISCO 710 registró caudales en puntos de muestreo por tres días consecutivos, este se programó para registrar los caudales en litros por segundo, siendo calculados en intervalos de un minuto, por lo tanto para facilidad de presentación se obtuvo un promedio cada diez minutos y posteriormente un promedio de cada hora.

La interpretación de resultados se efectuó por cada mes y por cada punto de muestreo, siendo considerados los meses de enero, febrero, marzo, mayo y junio, excluyendo el mes de abril por ser el mes con más días de lluvia presentes en el año.

Los datos obtenidos por medio del Muestreador Automático ISCO 710 fueron revisados diariamente para comprobar que se esté efectuando una correcta medición de caudal. Para esto fue necesario descargar diariamente los datos medidos por el equipo ultrasónico y procesarlos con el programa ISCO Flowlink, verificando que no existan vacíos (ver fotografía 17) en el procesamiento de datos y a su vez observando que los datos registrados tengan una tendencia similar a curva sinusoidal, debido a los hábitos de consumo de agua potable.



Fotografía 13. Revisión de datos de aforo, programa ISCO Flowlink

Para la depuración de datos registrados se tomaron las siguientes consideraciones: primero no se consideraron los valores que el muestreador ISCO marcó 0 con el objetivo de que el promedio se vea afectado; y segundo, los valores de caudal registrados que formaban picos en la curva caudal vs. tiempo fueron eliminados. Para más detalle ir a [Anexo 4](#).

En el caso del mini-molinete, se realizaron cinco mediciones por mes para determinar el caudal de flujo en la quebrada Ortega, las mediciones fueron efectuadas en los meses de: enero, febrero, marzo, mayo y junio.

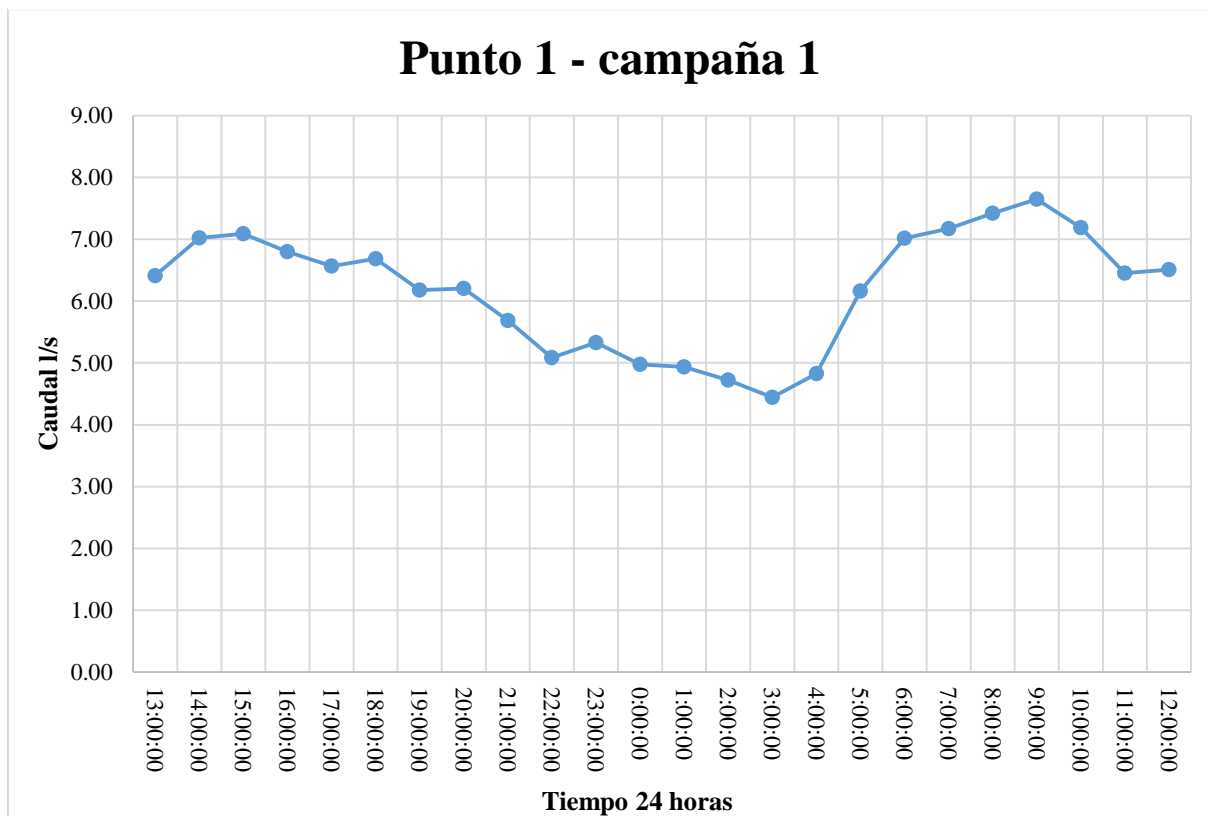
Aforos Enero 2016 – Punto 1

Tabla 24. Aforo Punto1, Enero

PROMEDIO	7.15 L/s
MÁXIMO	8.64 L/s
MÍNIMO	5.44 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 24. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 - Enero



Fuente: Autor (2016)

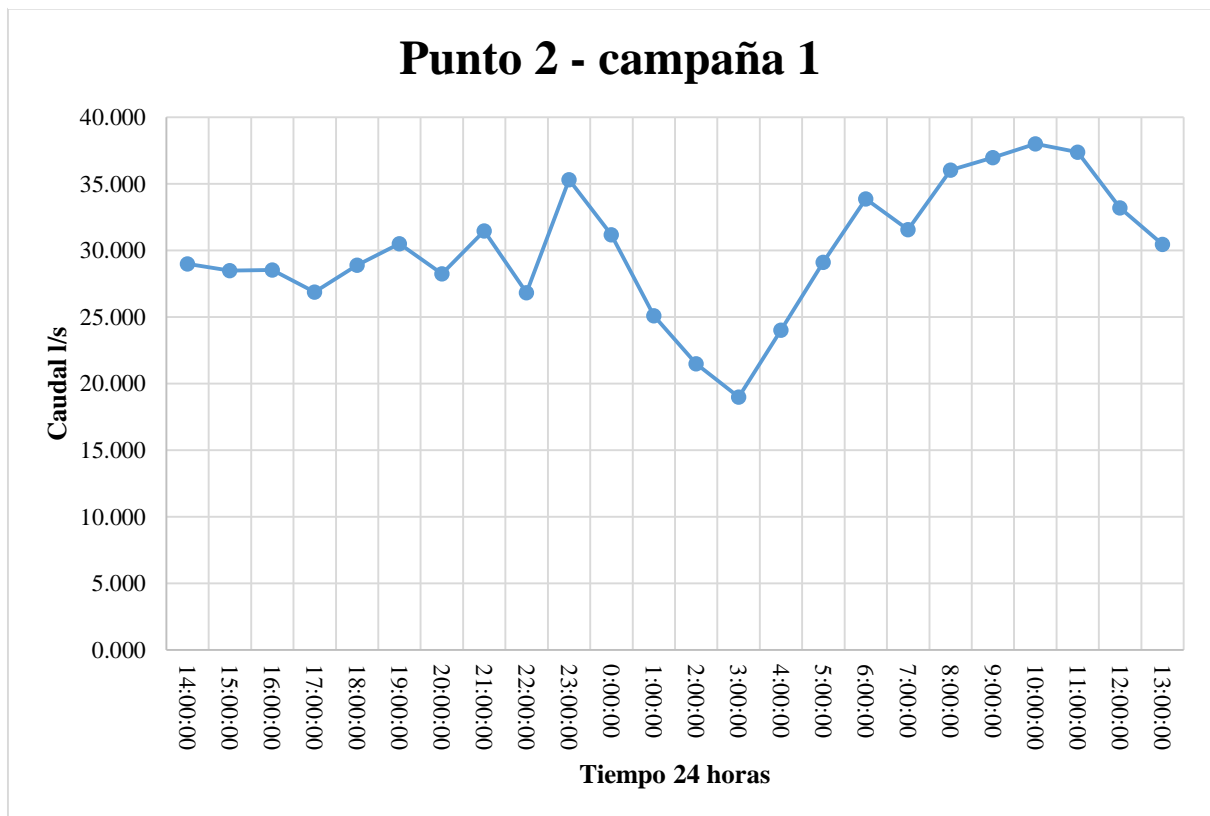
Aforos Enero 2016 – Punto 2

Tabla 25. Aforo Punto2, Enero

PROMEDIO	30.07 L/s
MÁXIMO	38.02 L/s
MÍNIMO	19.00 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 25. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 - Enero



Fuente: Autor (2016)

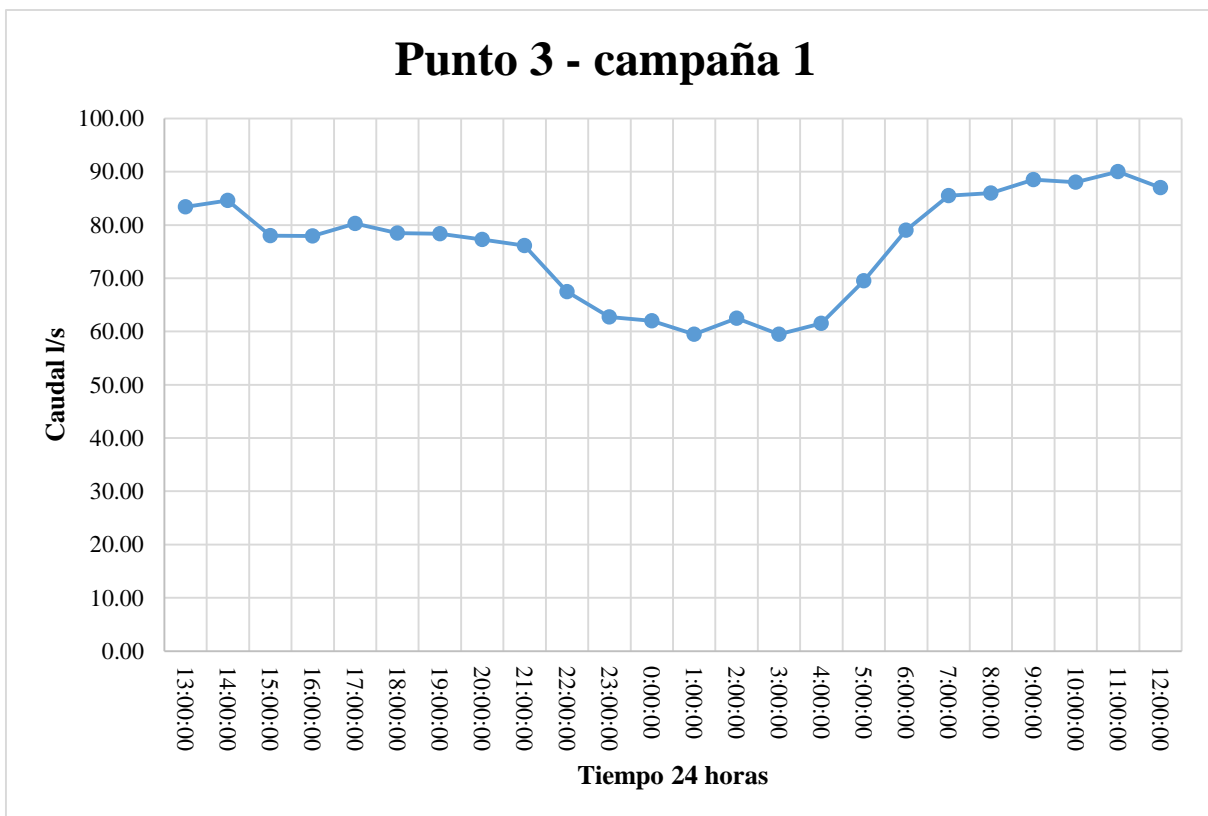
Aforos Enero 2016 – Punto 3

Tabla 26. Aforo Punto3, Enero

PROMEDIO	75.97 L/s
MÁXIMO	90.00 L/s
MÍNIMO	59.50 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 26. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 - Enero



Fuente: Autor (2016)

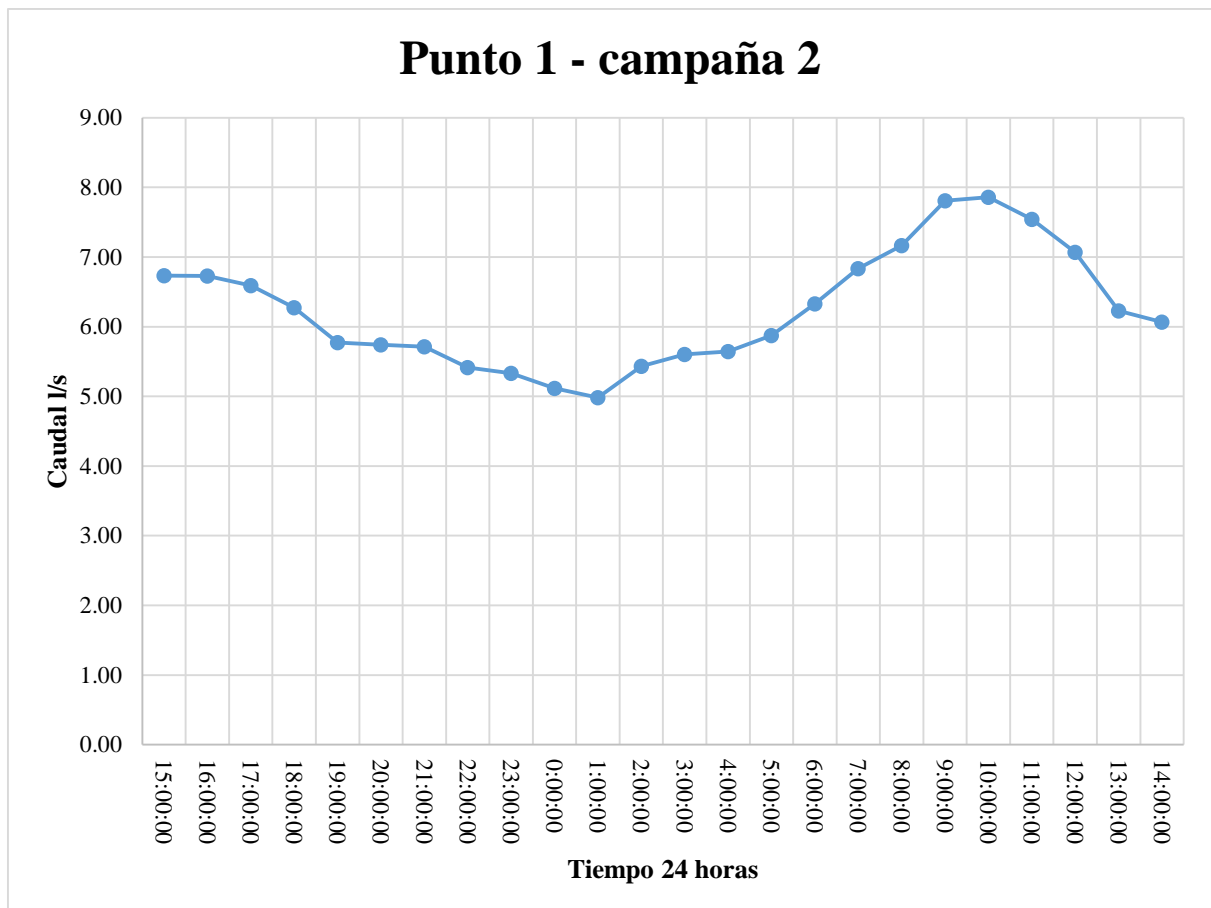
Aforos Febrero 2016 – Punto 1

Tabla 27. Aforo Punto1, Febrero

PROMEDIO	6.24 L/s
MÁXIMO	7.86 L/s
MÍNIMO	4.98 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 27. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 - Febrero



Fuente: Autor (2016)

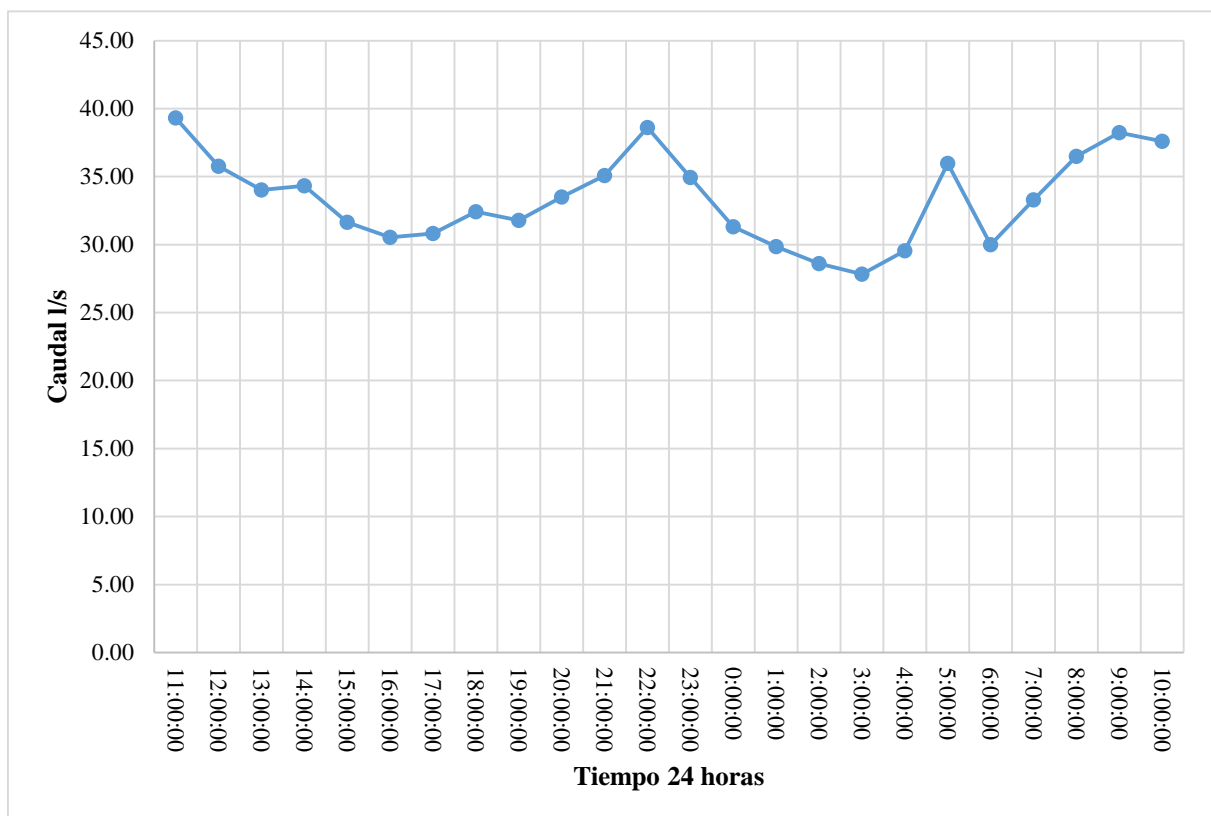
Aforos Febrero 2016 – Punto 2

Tabla 28. Aforo Punto2, Febrero

PROMEDIO	33.39 L/s
MÁXIMO	39.33 L/s
MÍNIMO	27.84 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 28. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Febrero



Fuente: Autor (2016)

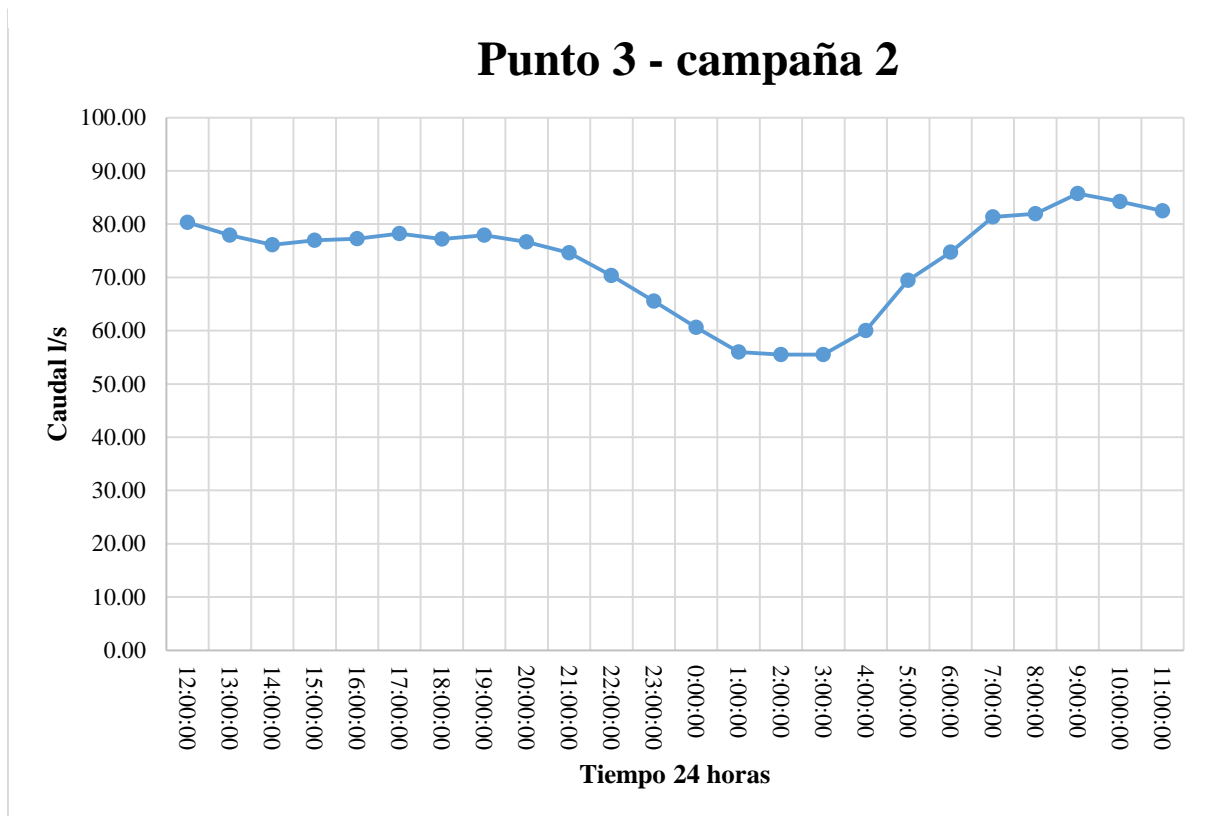
Aforos Febrero 2016 – Punto 3

Tabla 29. Aforo Punto3, Febrero

PROMEDIO	73.20 L/s
MÁXIMO	85.76 L/s
MÍNIMO	55.50 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 29. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 - Febrero



Fuente: Autor (2016)

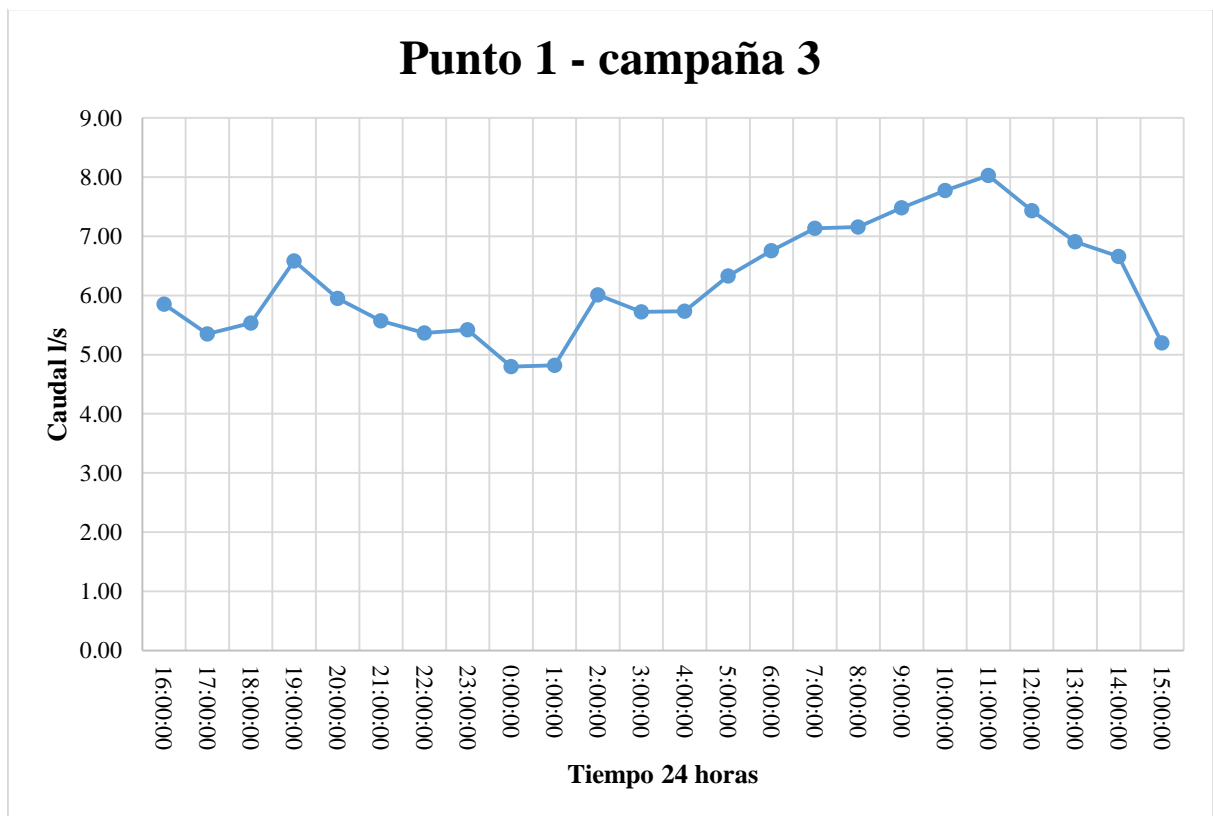
Aforos Marzo 2016 – Punto 1

Tabla 30. Aforo Punto1, Marzo

PROMEDIO	6.23 L/s
MÁXIMO	8.02 L/s
MÍNIMO	4.80 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 30. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 – Marzo



Fuente: Autor (2016)

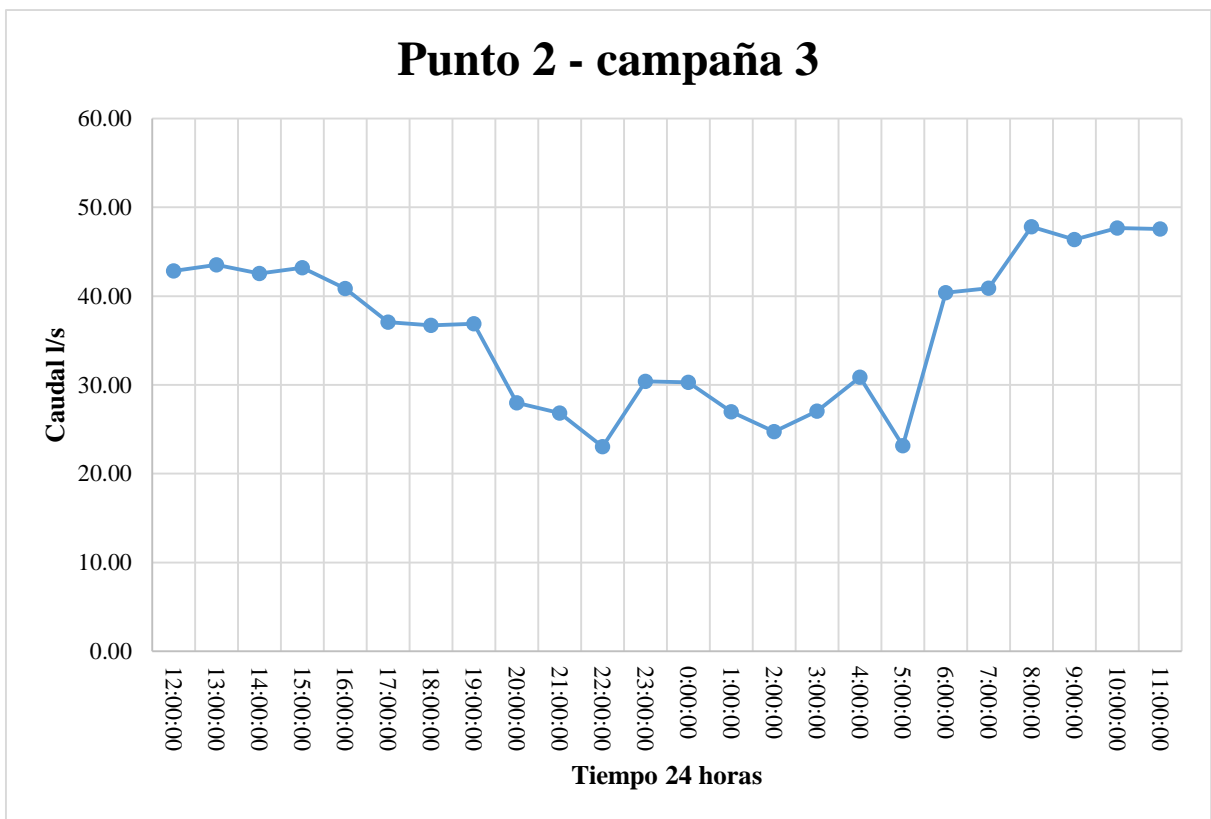
Aforos Marzo 2016 – Punto 2

Tabla 31. Aforo Punto2, Marzo

PROMEDIO	36.07 L/s
MÁXIMO	47.83 L/s
MÍNIMO	23.05 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 31. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Marzo



Fuente: Autor (2016)

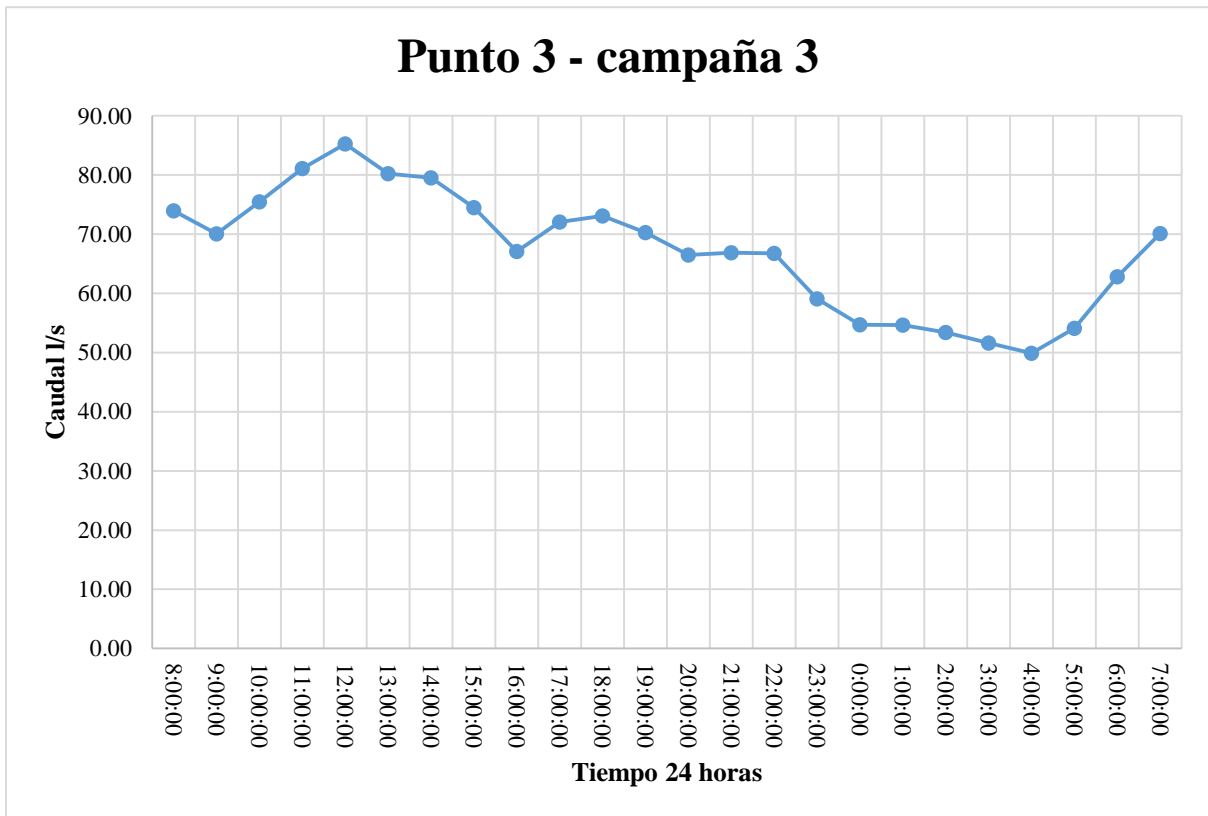
Aforos Marzo 2016 – Punto 3

Tabla 32. Aforo Punto3, Marzo

PROMEDIO	67.22 L/s
MÁXIMO	85.29 L/s
MÍNIMO	49.89 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 32. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 – Marzo



Fuente: Autor (2016)

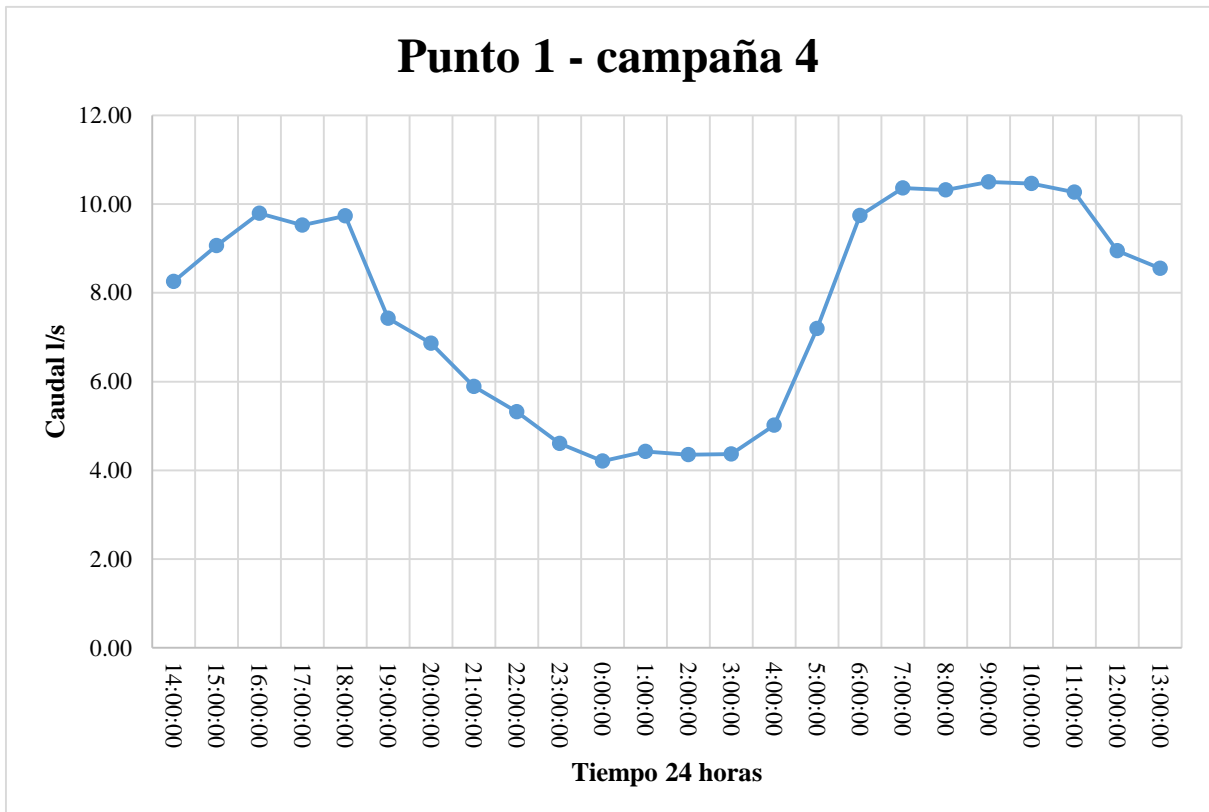
Aforos Mayo 2016 – Punto 1

Tabla 33. Aforo Punto1, Mayo

PROMEDIO	7.72 L/s
MÁXIMO	10.50 L/s
MÍNIMO	4.21 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 33. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 – Mayo



Fuente: Autor (2016)

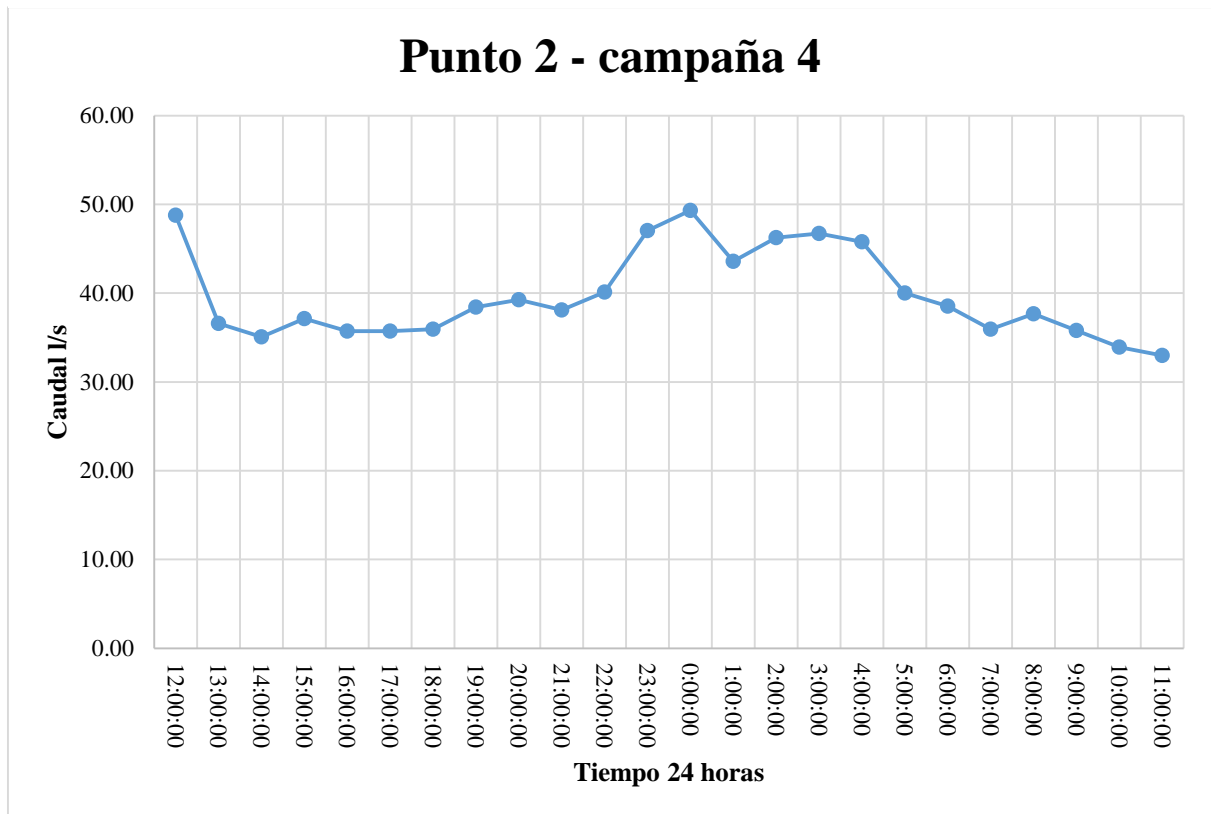
Aforos Mayo 2016 – Punto 2

Tabla 34. Aforo Punto2, Mayo

PROMEDIO	39.77 L/s
MÁXIMO	49.33 L/s
MÍNIMO	32.97 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 34. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Mayo



Fuente: Autor (2016)

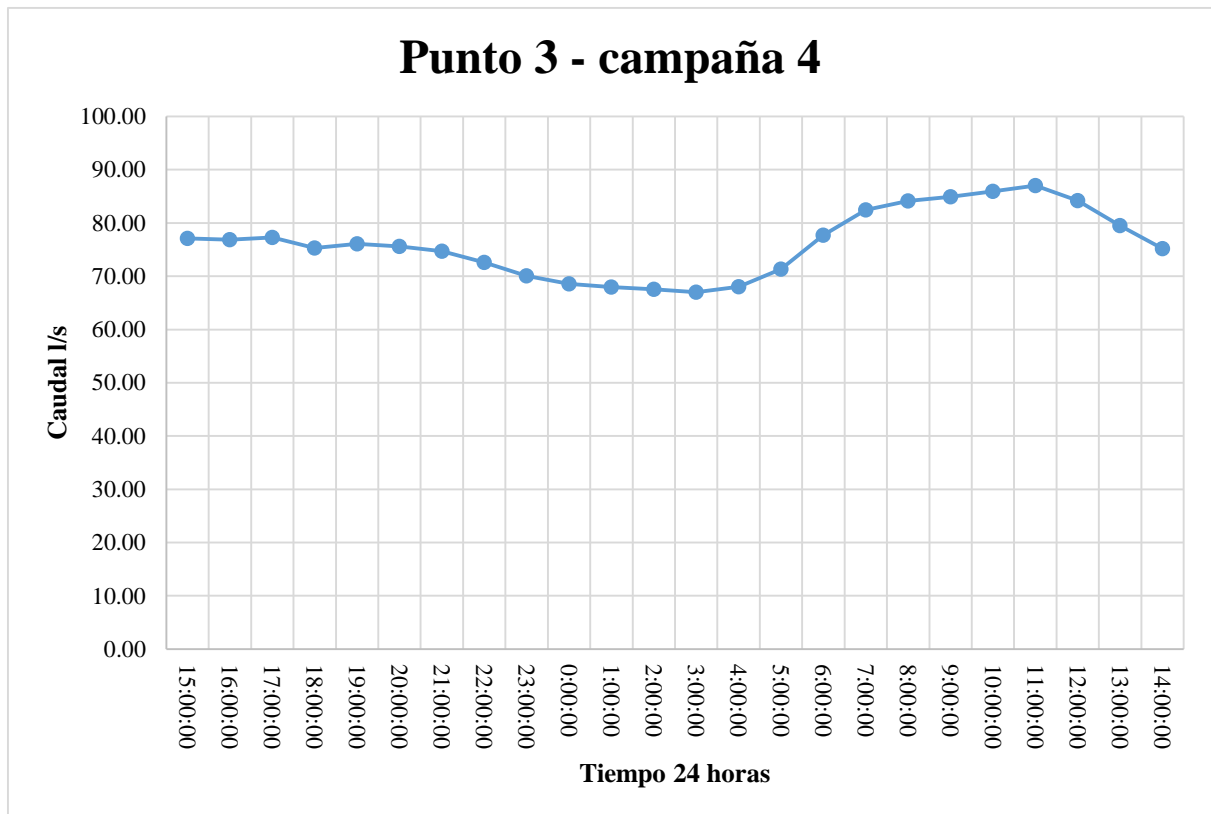
Aforos Mayo 2016 – Punto 3

Tabla 35. Aforo Punto3, Mayo

PROMEDIO	76.13 L/s
MÁXIMO	87.01 L/s
MÍNIMO	66.99 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 35. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 – Mayo



Fuente: Autor (2016)

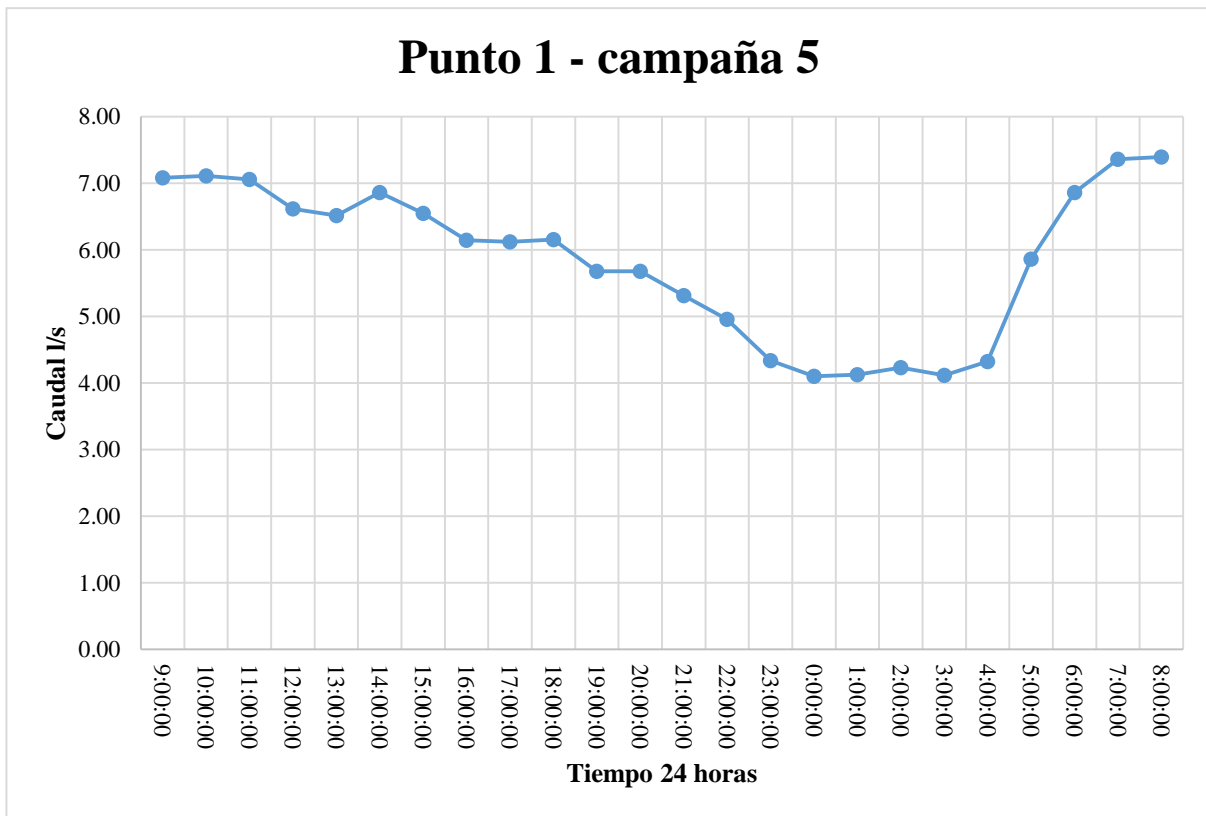
Aforos Junio 2016 – Punto 1

Tabla 36. Aforo Punto1, Mayo

PROMEDIO	5.86 L/s
MÁXIMO	7.40 L/s
MÍNIMO	4.10 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 36. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto1 – Mayo



Fuente: Autor (2016)

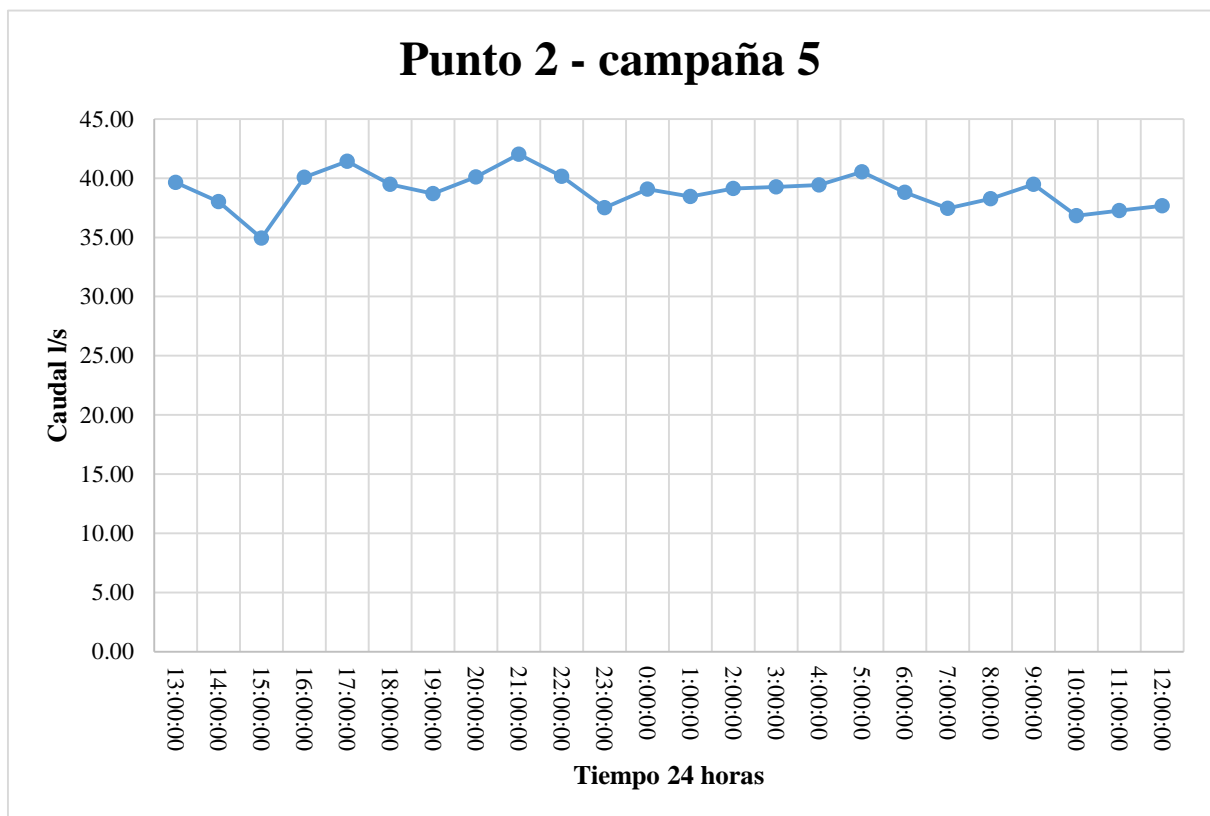
Aforos Junio 2016 – Punto 2

Tabla 37. Aforo Punto2, Mayo

PROMEDIO	38.90 L/s
MÁXIMO	42.01 L/s
MÍNIMO	34.94 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 37. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto2 – Mayo



Fuente: Autor (2016)

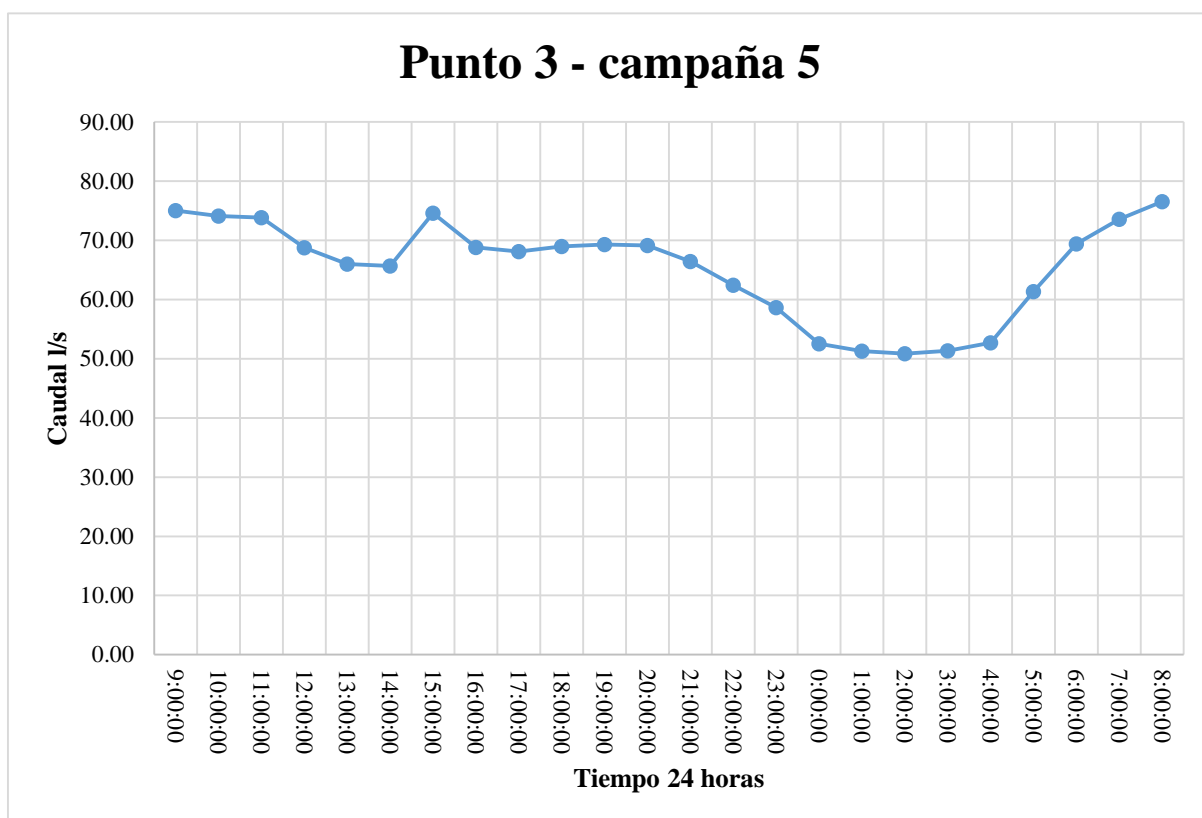
Aforos Junio 2016 – Punto 3

Tabla 38. Aforo Punto3, Mayo

PROMEDIO	65.40 L/s
MÁXIMO	76.56 L/s
MÍNIMO	50.88 L/s

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 38. Aguas Residuales, Caudal vs. Tiempo, Punto3 – Mayo



Fuente: Autor (2016)

Resultado de aforo con Mini-molinete:

El aforo con el mini-molinete fue realizado por personal de la EPMAAPS, con el acompañamiento de los autores en algunas de las mediciones realizadas. Los meses en los cuales se aforó con el uso de este equipo coincidían con las mediciones de caudal obtenidas con el Muestreador Automático ISCO 710 en el punto de muestreo 3.

Con la intención de dar validez a los datos obtenidos con el mini-molinete se consideró una estación pluviométrica para descartar los días lluviosos. La estación pluviométrica seleccionada fue la M0003 – Izobamba, debido a su cercanía con el punto de aforo con mini-molinete. Además, la estación emite datos pluviométricos cada seis horas los siete días de la semana. En el *Anexo 5* se encuentra la información detallada de los datos pluviométricos proporcionados por el INAMHI (M0003-Izobamba).

Tabla 39. Resultados aforo con mini-molinete

Fecha	Hora	Caudal quebrada (m ³ /s)	Días con lluvia
19/01/2016	12:15:00 PM	0.019	
21/01/2016	12:10:00 PM	0.02	
25/01/2016	10:50:00 AM	0.074	x
27/01/2016	11:50:00 AM	0.025	
28/01/2016	11:30:00 AM	0.02	
11/2/2016	10:55:00 AM	0.021	
12/2/2016	12:15:00 PM	0.019	
15/02/2016	11:10:00 AM	0.018	
17/02/2016	10:50:00 AM	0.02	
18/02/2016	12:00:00 PM	0.021	
4/3/2016	12:10:00 PM	0.024	
7/3/2016	10:25:00 AM	0.156	x
8/3/2016	12:10:00 PM	0.042	x
10/3/2016	11:35:00 AM	0.021	
11/3/2016	12:00:00 PM	0.023	x
3/5/2016	11:20:00 AM	0.071	x
4/5/2016	11:50:00 AM	0.073	x

6/5/2016	12:22:00 PM	0.083	x
9/5/2016	11:50:00 AM	0.084	x
10/5/2016	11:30:00 AM	0.1	x

Nota: Fuente: EPMAPS

Para obtener el caudal de la quebrada que ingresa al interceptor se realizó un promedio de los días que no se presentaron lluvias durante las horas de aforo, obteniéndose un valor de 0.021 m³/s. Se optó por un promedio general, debido a que no se contaba con personal disponible para realizar los aforos durante las 24 horas del día, a lo largo de los meses de estudio.

CAPÍTULO VI: Determinación del coeficiente de retorno en el sector de Quitumbe

6.1. Resultados por áreas de aporte

Para reducir el margen de error en el cálculo del coeficiente de retorno, fue necesario promediar los valores de los caudales de aguas servidas mensuales por zonas de aporte, debido a que el aforo del caudal de aguas residuales se realizó en un lapso de 3 días por mes, exceptuando ciertos casos puntuales donde se amplió el tiempo de aforo a 5 días por mes. Por consiguiente los valores de consumo de agua potable se promediaron mensualmente y por zonas de aporte, dentro del tiempo de aforo en el que duró el estudio.

6.1.1. Consumos de agua potable

Los consumos de agua potable son el resultado de la suma individual de los consumos de cada predio para las diferentes zonas y los meses de análisis.

Tabla 40. Consumos de agua potable

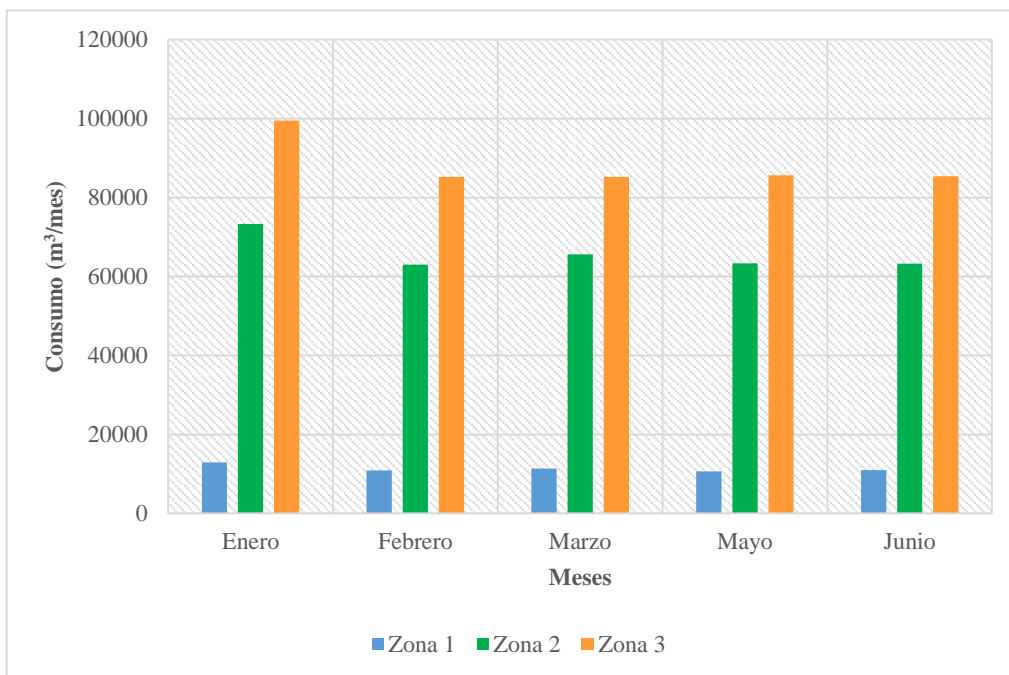
Mes-2016	Zona	Consumo m ³ /mes
Enero	Zona 1	12954
	Zona 2	73311
	Zona 3	99484
Febrero	Zona 1	10923
	Zona 2	63066
	Zona 3	85244
Marzo	Zona 1	11365
	Zona 2	65590

	Zona 3	85244
Mayo	Zona 1	10684
	Zona 2	63377
	Zona 3	85611
Junio	Zona 1	10977
	Zona 2	63255
	Zona 3	85407

Nota: Fuente: EPMAPS

En el siguiente diagrama de barras se representa los datos reportados en la tabla 40 (Consumos de agua potable), con el propósito de tener un panorama de la evolución en los consumos de agua potable por zonas:

Ilustración 39. Diagrama Consumo de agua potable de zonas por mes



Fuente: Autor (2016)

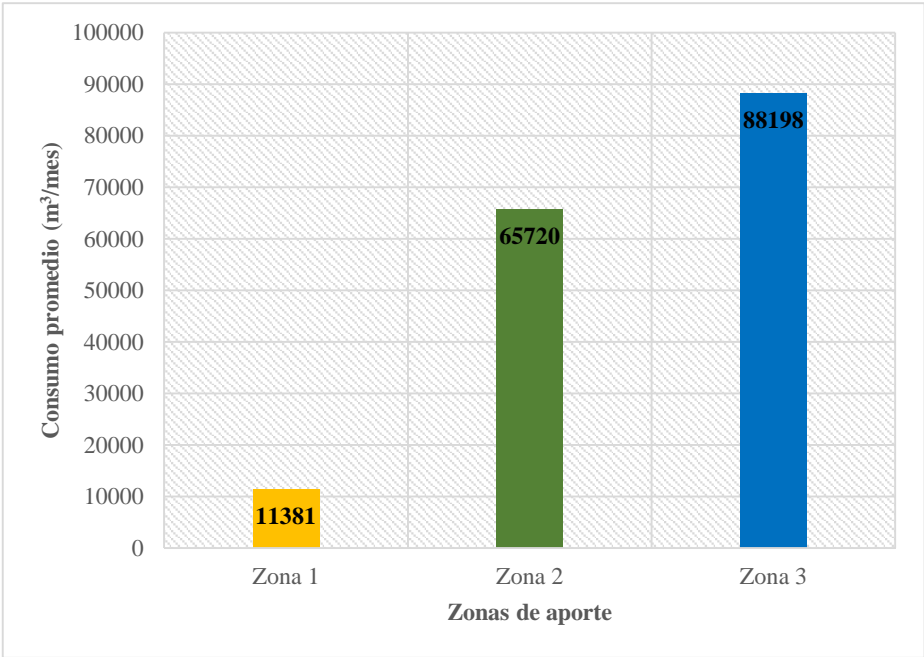
En el tabla 41 se muestran los consumos promedio por zonas de aporte necesarios para el cálculo del coeficiente de retorno por zonas.

Tabla 41. Promedio consumo por zonas

Mes-2016	Consumo Zona 1 (m ³ /mes)	Consumo Zona 2 (m ³ /mes)	Consumo Zona 3 (m ³ /mes)
Enero	12954	73311	99484
Febrero	10923	63066	85244
Marzo	11365	65590	85244
Mayo	10684	63377	85611
Junio	10977	63255	85407
Promedio consumo por zona (m³/mes)	11381	65720	88198

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 40. Diagrama consumo promedio de agua potable por zonas



Fuente: Autor (2016)

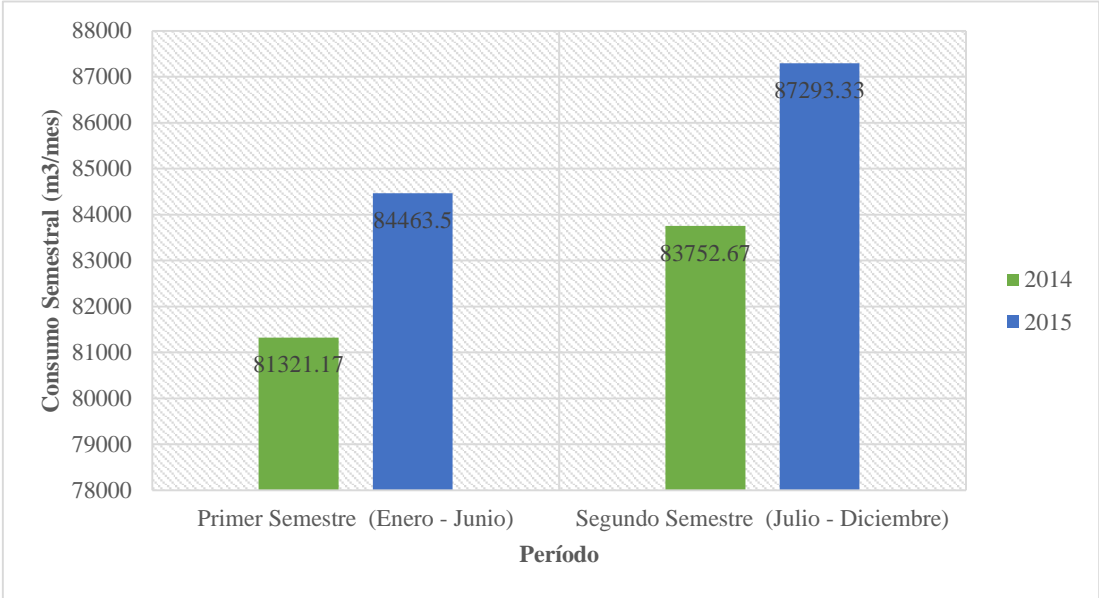
Realizando un análisis de la variabilidad interanual del consumo de agua potable en el área de aporte de la PTAR de Quitumbe entre el 2014 y 2015, se determinó un incremento en el consumo de agua potable en 1.04%.

Tabla 42. Índice de incremento de consumo de agua potable

Meses	Año	Promedio consumo semestral (m ³ /mes)	% Crecimiento por semestre
Enero - Junio (Primer semestre)	2014	81321.17	1.04
	2015	84463.5	
Julio - Diciembre (Segundo semestre)	2014	83752.67	1.04
	2015	87293.33	

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 41. Incremento de consumo en agua potable



Fuente: Autor (2016)

6.1.2. Producción de aguas residuales

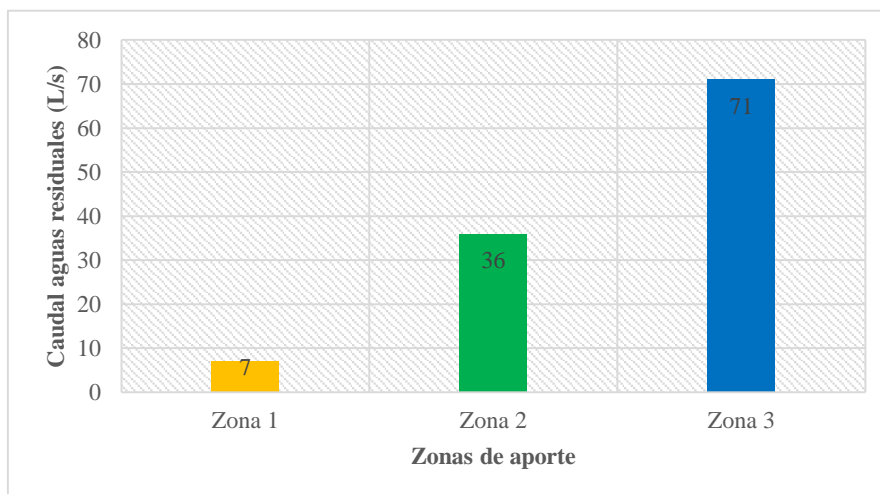
El caudal obtenido mediante el medidor ultrasónico en los puntos de muestreo estaba expresado en unidades de metro cúbico por segundo (m^3/s), como se resume en la tabla 43; sin embargo, más adelante se realizará una conversión de unidades del caudal de aguas residuales en metro cúbico por mes (m^3/mes) con el objetivo de poder relacionar el caudal de agua residual con el consumo mensual de los usuarios en cada zona de aporte.

Tabla 43. Caudal promedio aguas residuales por zona

Mes-2016	Caudal aguas residuales Zona 1 (m^3/s)	Caudal aguas residuales Zona 2 (m^3/s)	Caudal aguas residuales Zona 3 (m^3/s)
Enero	0.0072	0.035	0.075
Febrero	0.0062	0.0334	0.073
Marzo	0.0062	0.036	0.0672
Mayo	0.0077	0.0392	0.0762
Junio	0.0059	0.0387	0.0655
Caudal promedio por zona (m^3/s)	0.007	0.036	0.071
Caudal promedio por zona (L/s)	7	36	71

Nota: Fuente: EPMAPS

Ilustración 42. Diagrama caudal promedio de aguas residuales por zonas



Fuente: Autor (2016)

Es importante considerar el caudal que ingresa al interceptor proveniente de la quebrada Ortega, afectando directamente al aforo realizado en el punto 3, por lo cual una vez obtenido el valor del caudal de ingreso total en el interceptor, se restó éste caudal de la quebrada en el punto 3. La razón por la que el caudal de la quebrada Ortega ingresa al interceptor, se debe a que la construcción de un derivador de caudal para esta quebrada se encuentra programado a futuro, por lo cual al momento de realizar este trabajo de disertación se unen ambos caudales.

El aforo en la quebrada Ortega se lo realizó con el mini-molinete de manera puntual, es decir, se tomaron mediciones de 3 a 4 días a una sola hora, en los meses de Enero a Mayo. Para tener un valor referencial del caudal de dicha quebrada, se calculó el promedio de los días que no llovió.

En la reunión de trabajo con los técnicos de la EPMAPS y en base a los estudios de la consultora Lotti – Beglar, se deberá considerar un caudal adicional que ingresa al sistema de alcantarillado por infiltración de agua, adoptándose un valor de 0.1 l/s/ha para toda el área de aporte de la zona 3, debido a su extensión y complejidad del sistema se adoptó un valor de 0.08 l/s/ha para la zona 2 y finalmente en la zona 1 con una menor extensión y complejidad se considera un valor de 0.05 l/s/ha. *(Ver Anexo 6 – Parámetros de diseño PTAR de Quitumbe)*

Tabla 44. Caudal de aguas residuales por zonas

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	
A	Promedio de caudales aforados en el interceptor (m³/s)	0.007	0.036	0.071
B	Área (ha)	93.97	268.16	306.75
C	Tasa de infiltración (l/s/ha)	0.05	0.08	0.1
D	Q infiltración (m³/s) (BxC)/1000	0.0047	0.0215	0.0307
E	Q quebrada (m³/s)	---	---	0.021
F	Q aguas residuales (m³/s) (A-D-E)	0.0019	0.015	0.02
G	Volumen de aguas residuales domésticas (m³/mes)	4999.99	38873.28	51086.88

Nota: Fuente: Autor (2016)

6.1. Determinación del coeficiente de retorno de aguas residuales por áreas de aporte

Para la determinación del coeficiente de retorno de aguas residuales, se efectuó una relación entre el volumen de aguas servidas promedio y el volumen del consumo mensual promedio, obteniendo un valor para cada zona de aporte.

Ecuación 5. Coeficiente de retorno

$$\text{coeficiente de retorno} = \frac{\text{Volumen de aguas servidas } \left(\frac{m^3}{mes}\right)}{\text{Volumen consumo de agua potable } \left(\frac{m^3}{mes}\right)}$$

Tabla 45. Determinación de coeficiente de retorno por áreas

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	
H	Volumen de aguas residuales domésticas (m³/mes)	4999.99	38873.28	51086.88
I	Volumen promedio consumo AP (m³/mes)	11381	65720	88198
J	Coeficiente de retorno (H/J)	0.4	0.6	0.6

Nota: Fuente: Autor (2016)

Para la zona 4 que por motivos de logística y a la fecha de realización del estudio no estaba conectada al interceptor principal que dirige las aguas residuales a la PTAR de Quitumbe y por ende no se pudo evaluar con los equipos de medición, se tomó como referencia el promedio del consumo de agua potable de la zona en mención y con el coeficiente de retorno determinado en la zona 3 (0.6), se calculó el volumen aproximado de aguas residuales domésticas, que ingresa a la PTAR de Quitumbe.

Tabla 46. Volumen aguas residuales en zona 4

	Zona 4
K	Volumen aguas residuales (m³/mes) (LxM) 10420.8
L	Promedio consumo (m³/mes) 17991
M	Coefficiente de retorno promedio 0.6

Nota: Fuente: Autor (2016)

6.2. Interpretación de resultados

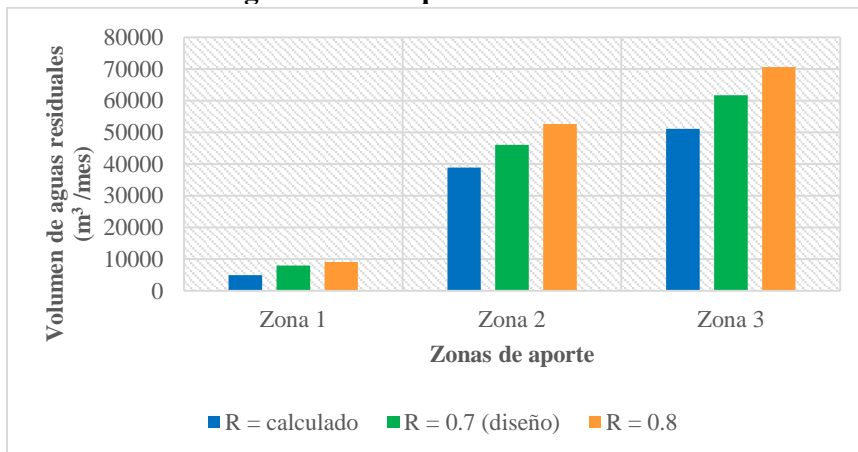
Para una mejor visualización del coeficiente de retorno calculado, se lo comparó con los valores de caudales residuales estimados utilizando un coeficiente de retorno teórico extraído de la normativa de la EPMAPS como se muestra a continuación. El propósito de esta comparación permitirá determinar gráficamente qué tan acertado es el coeficiente calculado. Los caudales residuales mostrados son caudales aforados y estimados a partir de la multiplicación de los consumos por los coeficientes de retorno estimados según la normativa de la EPMAPS (0.7 – 0.8).

Tabla 47. Comparación de coeficientes de retorno

Zona	Consumo AP m ³ /mes	R calculado	V ar (m ³ /mes) R = calculado	V ar (m ³ /mes) R = 0.7 (diseño)	V ar (m ³ /mes) R = 0.8
Zona 1	11381	0.4	5000	7966.4	9104.5
Zona 2	65720	0.6	38873.3	46003.9	52575.8
Zona 3	88198	0.6	51086.9	61738.6	70558.4

Nota: Fuente: Autor (2016)

Ilustración 43. Diagrama de comparación de R mediante el volumen



Fuente: Autor (2016)

De acuerdo a lo esperado, el coeficiente de retorno, un valor adimensional, se encuentra por debajo de uno (1), lo que demuestra que no toda el agua contabilizada retorna al sistema de alcantarillado, debido a factores como evaporación, riego de jardines, lavado de autos, consumo propio de los usuarios, entre otros. Un valor igual o mayor a la unidad sería erróneo, porque

representaría que toda el agua contabilizada o más retornaría al sistema de alcantarillado, lo que resulta imposible considerando caudales sanitarios solamente.

En la zona 1 el coeficiente de retorno es igual a 0.4, inferior al de la zona 2 y 3, situación que se podría relacionar con la ocupación del suelo, con una marcada tendencia en actividades agrícolas y huertos familiares en las viviendas (*ver Anexo 7 – Evidencia de actividad agrícola*).

En la zona 2 y 3 tiene un factor de retorno similar de 0.6, que podría ser atribuido al uso del suelo, predominado para vivienda, presencia de actividades industriales ilícitas y la influencia que tiene la zona 1 sobre las zonas 2 y 3.

Se realizó un cálculo de la población equivalente que aportará a cada zona con un caudal de aguas servidas que tratará PTAR de Quitumbe, para compararla con la información proporcionada por la consultora Lotti - Beglar.

La población equivalente se obtuvo a partir del consumo promedio de agua potable de la zona de estudio expresado en metros cúbicos por mes (m³/mes) y la dotación per cápita en la ciudad de Quito para sectores de clima frío que es de 200 l/hab./día, dato obtenido de la página oficial de la EPMAPS www.aguaquito.gob.ec/, cabe indicar que la consultora Lotti - Belglar estableció para los cálculos de diseño una dotación de 179 l/hab./día.

Tabla 48. Población y Caudal de aguas residuales Totales

Descripción	Zona 3	Zona 4	Total Aporte PTAR Quitumbe (zona 3 + zona 4)	Parámetros de diseño Lotti-Beglar (proyección al año 2020)
Promedio consumo AP (m3/mes)	88198	17991	106189	-
Dotación Per cápita (l/hab/día)	200	200	200	179
Población equivalente	14700	2998	17698	55047
Volumen de aguas residuales (m3/mes)	51087	10421	61507	-
Q aguas residuales (l/s)	71	3.9	74.9	108.9

Nota: Fuente: Autor (2016)

CAPÍTULO VIII: Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

- En la zona 3 que corresponde al área de aporte a la PTAR de Quitumbe, se obtuvo un coeficiente de retorno de 0.6, siendo un valor menor al adoptado en los estudios de diseño (0.7), atribuyéndose a la presencia de pequeñas industrias clandestinas y la influencia del bajo valor obtenido en la zona 1 afectando el resultado sobre la zona 3.
- El valor del coeficiente de retorno se calculó por zonas en el área de aporte a la PTAR de Quitumbe, con el propósito de observar la evolución del mismo. En la zona 1 el coeficiente obtenido es de 0.4, este valor posiblemente se debe a que esta zona que corresponde al 30% del área de aporte está siendo ocupada para fines agrícolas en su mayor parte como se observó en campo, por tanto no toda el agua que se consume en esta zona retorna al sistema de alcantarillado (*Anexo 7*).
- Es importante considerar el caudal de infiltración en el sistema de alcantarillado, especialmente en zonas con un alto nivel freático, como Quitumbe, caso contrario se produciría alteración en los valores reales aforados y que afectaría al coeficiente de retorno.
- Mediante la validación de campo y utilizando el Sistema de Información Geográfica de Saneamiento (SIGSA) a través del software ArcGIS, con una delimitación más precisa se encontró información en el campo que no refleja la realidad en los planos llegándose a determinar que el área de aporte a la PTAR de Quitumbe es de 306.75 ha, valor que difiere con respecto al determinado anteriormente por la EPMAPS en 470.70 ha.
- Dentro del área de aporte de la PTAR de Quitumbe la empresa consultora Lotti - Belglar, en sus estudios de diseño proyectó una población de 55047 habitantes aproximadamente para el año 2020, año considerado como el año de inicio de operaciones; sin embargo la cantidad teórica aproximada de habitantes obtenida para el área de aporte para el año

2016, calculada a partir del promedio de consumos de agua potable en los meses de estudio, es de 17698 habitantes aproximadamente.

- El área validada de aporte a la PTAR de Quitumbe considera los barrios: Los Cóndores, San Francisco Sur, San Alfonso, Manuelita Sáenz, Nuevo Horizonte Sur y parte de los barrios Las Orquídeas y La Ecuatoriana. En cambio no forman parte los barrios: La Concordia, Alpallacta, Terranova, Ninallacta, Cooperativa del Ejército Nacional, Cooperativa Mariscal Sucre, Cooperativa Tarqui, San Marcelo, Espejo, Rumihucu y La Inmaculada.
- En la validación del área de aporte a la PTAR de Quitumbe, constituida por los pozos y red de alcantarillado, se inventarió un total de 1011 pozos de revisión, 128 pozos de inicio o cabecera y una red de alcantarillado conformada por 7.63 km de red pluvial, 55.13 km de red combinada y 19.77 km de red sanitaria.
- Los caudales de consumo de agua potable reflejan un valor promedio relativamente constante durante los meses analizados en cada zona de aporte. Sin considerar los predios que no tienen alcantarillado, debido a que representan un volumen de agua que no aporta al sistema de alcantarillado y constituye al 4% del total de predios dentro del área de aporte.
- El análisis de variación interanual de los caudales de consumo de agua potable refleja un incremento anual de aproximadamente el 1.04% en base a un estudio en los años 2014, 2015 y 2016.
- El aforo con el mini-molinete solo se realizó en la quebrada Ortega, de manera puntual en relación al utilizado en el interceptor, tampoco presentaba arrastre de sólidos y únicamente era agua de vertiente natural, se recomienda realizar más mediciones continuas para que los valores a ser evaluados tengan más proximidad a la realidad.
- Para el aforo con el moliente resultó oportuno llevar a cabo las mediciones de caudal en días relativamente secos, es por eso que para obtener resultados más certeros se evitó realizar las mediciones en meses que evidencien lluvias constantes como es el caso del mes de abril. Además, para sustentar la información resultante de los aforos, fue

necesario revisar los días de lluvia en los meses estudiados a partir de los resultados pluviométricos del INAMHI en la estación M0003 – Izobamba.

- Conforme a los resultados del aforo de aguas servidas dentro del área de aporte, se evidencia que existe un crecimiento de producción de aguas servidas desde las 6:00 AM hasta las 14:00 PM con un pico máximo alrededor de las 12:00 PM generalmente y presenta un decrecimiento en la media noche hasta la madrugada. Esto presenta la oportunidad para un futuro estudio en la determinación del coeficiente de mayoración que permite estimar caudales máximos utilizados para el diseño de obras de entrada a una PTAR en base a caudales medios.
- Los aforos en el punto 2 que corresponde a la zona 2 del área de aporte, muestran que en horas de la madrugada existe gran cantidad de caudal de aguas servidas que incluso en el mes de febrero supera al caudal de aguas residuales de las horas de mayor producción de aguas residuales, sugiriendo así que en el sector existe algún tipo de descarga puntual de origen no residencial en las horas de la madrugada que puede evidenciarse mediante el monitoreo de parámetros de calidad.
- Los resultados obtenidos en el mini-molinete son semejantes en la mayoría de meses, excepto en el mes de mayo en el cual su valor se incrementa notoriamente en más del 100% por lo que comparando con información obtenida del INAMHI, se refleja que en el mes de mayo existió un período de lluvias constante durante todo el mes.
- El caudal aproximado que ingresará a la planta una vez terminada en el 2016 la construcción del interceptor será 74,9 l/s; sin embargo, el caudal determinado por la consultora Lotti – Beglar es 108,9 l/s para el 2020, atribuyéndose esta diferencia a: una consideración de la cobertura total del alcantarillado, sobrestimación del caudal por un margen de seguridad y crecimiento de la población.

7.2. Recomendaciones

- Para determinar el área de aporte se recomienda verificar en el campo que los pozos estén debidamente identificados en los mapas generados por el SIGSA, en base a las direcciones, cotas y continuidad del flujo. Se descartarán las direcciones de flujo que no aportan al área de estudio.
- En el estudio hubiera sido oportuno realizar un análisis con rastreadores químicos (marcador isotópico), con el propósito de verificar que el agua descargada en un sitio determinado efectivamente llegue al interceptor que va a la PTAR de Quitumbe.
- Con la finalidad de evitar el ingreso de agua proveniente de una vertiente natural, es necesario que se realicen obras para desviar este caudal, porque sobrecargará a la PTAR especialmente durante lluvias.
- Se recomienda para el levantamiento de información de campo, revisar detenidamente los datos recolectados por el aparato ultrasónico, con el programa Flowlink, para determinar si el tiempo en el cual el aparato estuvo aforando, pudiendo existir vacíos de información, que deberán ser compensados con más tiempo de aforo en los puntos determinados para el monitoreo.
- Para medir el caudal de aguas residuales en el interceptor se utilizó el equipo Muestreador Automático ISCO 710, con módulo de flujo Ultrasónico, por lo cual es recomendable para la correcta medición de caudales de aguas servidas colocar el sensor de módulo de flujo ultrasónico en un lugar que no presente turbulencia, debido a que un flujo de este tipo altera el funcionamiento del sensor arrojando caudales erróneos como datos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alcaldía Metropolitana de Quito. (2015). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial: Componente Estratégico.
- AWWA. (2011). *Water and Wastewater Rate Survey*. Denver. Retrieved from www.raftelis.com
- Brière, F. (2014). *Drinking-Water Distribution, Sewage, and Rainfall Collection* (Third Edit, Vol. 1). Montreal: Presses internationales Polytechnique.
- Canyon Hydro. (2013). An Introduction to Hydropower Concepts and Planning Guide to Hydropower. *Guide to Hydropower*. Retrieved from <http://www.asociatiamhc.ro/wp-content/uploads/2013/11/Guide-to-Hydropower.pdf>
- CPE INEN 5. (1992). *Código Ecuatoriano de la Construcción C.E.C. Normas Para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1 000 Habitantes* (Vol. 1). Quito. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>
- De los Ríos, J. (2000). Aforo de colectores metodo de medicion manual (no instrumental), 14.
- De Zuane, J. (1997). *Drinking water quality* (Second Edi). New York: Jonh Wiley & Sons, INC.
- EMAAP-Q. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*. Quito: V&M Gráficas.
- EPMAPS. (2014). *EPMAPS MANTIENE EL ÍNDICE DE PÉRDIDAS DE AGUA MÁS BAJO EN ECUADOR*. Quito. Retrieved from <http://www.aguaquito.gob.ec/urgente/epmaps-mantiene-el-indice-de-perdidas-de-agua-mas-bajo-en-ecuador>
- Guide, O. (2013). 710 Ultrasonic Module, (October).
- Hopcroft, F. (2014). *Wastewater Treatment Concepts and Practices* (Primera Ed). New York: MOMENTUM PRESS. Retrieved from <http://puceftp.puce.edu.ec:2061/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fMTA1NTU1N19fQU41?sid=10644642-e368-4f3c-bef1-4938d3979754@sessionmgr106&vid=6&format=EB&rid=6>
- Liptak, B. (2003). *Instrument Engineers' handbook: Process Measurement and*

Analysis - Volume One (Fourth Edi). Boca Raton: CRC Press.

- López, R. (2006). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (Segunda Ed). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- MAE. (2015). Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, 80.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering* (Fifth Edit). New York: McGraw Hill.
- Morris, A., & Langari, R. (2012). *Measurement and Instrumentation Principles. Measurement and Instrumentation (Theory and Application)* (First Edit). San Diego - California: Elsevier.
- Patwardhan, A. (2008). *Industrial Waste Water Treatment*. (E. E. Editorial, Ed.) (Primera Ed). New Delhi.
- Sincero, A., & Sincero, G. (2003). *Physical - Chemical Treatment of water and wastewater*. (CRC PRESS, Ed.) (Primera Ed). Boca Raton.
- Spellman, F. R. (2014). *Water and Wastewater Treatment Plant Operations* (Third Edit). Boca Raton: CRC Press - Taylor & Francis Group.
- Upp, E., & LaNasa, P. (2002). *Fluid Flow Measurement : A Practical Guide to Accurate Flow Measurement* (Segunda Ed). Boston: Gulf Professional Publishing.
Retrieved-from:
<http://puceftp.puce.edu.ec:2061/ehost/ebookviewer/ebook/bmx1YmtfXziI0OTMwMV9fQU41?sid=dee90f0b-8150-4895-a917-be9b4583ed01@sessionmgr106&vid=6&format=EB&rid=1>
- Zambrano, N. (2015). *Recolección de aguas residuales* (Primera Ed). Bogotá: Lemoine Editores.

ANEXOS

Anexo 1. Catastro de la red de alcantarillado

Red	Material	Sección	Cant. (km)
Pluvial	Ladrillo	Circular	0.0037
Pluvial	Ladrillo	Circular	0.0095
Pluvial	PVC corrugado	Circular	0.2021
Pluvial	PVC corrugado	Circular	0.6023
Pluvial	PVC corrugado	Circular	0.0186
Pluvial	PVC corrugado	Circular	0.0087
Pluvial	PVC corrugado	Circular	0.0054
Pluvial	Hormigón Simple	Circular	0.3732
Pluvial	Hormigón Simple	Circular	1.2995
Pluvial	Hormigón Simple	Circular	4.8576
Pluvial	Hormigón Simple	Circular	0.1171
Pluvial	Hormigón Simple	Circular	0.027
Pluvial	Hormigón Armado	Circular	0.0179
Pluvial	Hormigón Armado	Circular	0.0041
Pluvial	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0301
Pluvial	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0024
Pluvial	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0365
Pluvial	Polietileno de alta densidad	Circular	0.003
Pluvial	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0065
Pluvial	Hormigón Simple	Rectangular	0.002
Combinado	Ladrillo	Circular	0.0494
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.0303
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.6849
Combinado	PVC corrugado	Circular	5.9245
Combinado	PVC corrugado	Circular	1.7323
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.0875
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.8596
Combinado	PVC corrugado	Circular	1.0175
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.1706
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.9793
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.941
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.3927
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.9567
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.4097
Combinado	PVC corrugado	Circular	0.3859
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.0046
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.6897
Combinado	Hormigón Simple	Circular	6.5492
Combinado	Hormigón Simple	Circular	9.3385
Combinado	Hormigón Simple	Circular	2.7415
Combinado	Hormigón Simple	Circular	2.6132
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.445

Combinado	Hormigón Simple	Circular	2.5855
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.6971
Combinado	Hormigón Simple	Circular	1.9633
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.3685
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.4938
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.3775
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.3448
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.1767
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.6593
Combinado	Hormigón Simple	Circular	0.2421
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0589
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0381
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.4162
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0903
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.2567
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.1831
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.1976
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.1536
Combinado	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0497
Combinado	Polietileno de alta densidad	Circular	0.098
Combinado	Polietileno de alta densidad	Circular	0.1562
Combinado	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0713
Combinado	Polietileno de alta densidad	Circular	0.1443
Combinado	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0545
Combinado	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0271
Combinado	Piedra	Rectangular	0.2252
Combinado	Piedra	Rectangular	0.2167
Combinado	Piedra	Rectangular	0.2153
Combinado	PVC corrugado	Rectangular	0.0203
Combinado	Hormigón Simple	Rectangular	0.041
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0198
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0014
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0461
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0414
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0457
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0439
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.1788
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.066
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0283
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.022
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0302
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.242
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.009
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0271
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0485
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0025
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.2423

Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.1165
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.309
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0806
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0587
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0481
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0281
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0846
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0808
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0411
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.2646
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.041
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.1639
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0865
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.4273
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0458
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0172
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0186
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0037
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.53
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0558
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0502
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	1.6805
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0425
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0211
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	1.1979
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0439
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0465
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.4006
Combinado	Hormigón Armado	Rectangular	0.0236
Combinado	Hormigón Armado	Baúl	0.0995
Combinado	Piedra	Trapezoidal	0.1424
Combinado	Piedra	Trapezoidal	0.0708
Combinado	Piedra	Trapezoidal	0.007
Combinado	Piedra	Trapezoidal	0.029
Combinado	Piedra	Trapezoidal	0.0564
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.0339
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.1061
Sanitario	PVC corrugado	Circular	4.334
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.9236
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.6207
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.5053
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.6719
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.1635
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.6087
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.0815

Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.2408
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.0906
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.1514
Sanitario	PVC corrugado	Circular	0.2508
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	2.0845
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	2.9479
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	2.7993
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	0.0457
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	0.781
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	0.0533
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	0.1363
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	0.0198
Sanitario	Hormigón Simple	Circular	0.0507
Sanitario	Hormigón Armado	Circular	0.1316
Sanitario	Hormigón Armado	Circular	0.1156
Sanitario	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0957
Sanitario	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.101
Sanitario	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.4734
Sanitario	Policloruro de Vinilo PVC	Circular	0.0617
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0061
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.3386
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.1083
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0933
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0693
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.2056
Sanitario	Polietileno de alta densidad	Circular	0.0472
Sanitario	Hormigón Armado	Rectangular	0.1328
Sanitario	Hormigón Armado	Rectangular	0.0014
Sanitario	Hormigón Armado	Rectangular	0.0843

Fuente: Autor (2016)

Isco 710 Ultrasonic Flow Module

Uses non-contacting sensor

Plug in a 710 Flow Module and turn your 6700 Series or Avalanche® Sampler into a combination sampler and flow meter.

The Ultrasonic sensor is mounted above the flow stream, and it transmits a sound pulse that is reflected by the surface of the flow stream. The elapsed time between pulse and echo determines the level of liquid in the channel. The liquid level is then converted into flow rate by the sampler controller.

A built-in temperature probe in the sensor automatically compensates for changes in air temperature to ensure measurement accuracy.

Because its sensor does not contact the liquid, the 710 is easy to install and gives you long-term dependability with no scheduled maintenance. The 710 is often the best choice for flow streams with corrosive chemicals or high concentrations of grease, suspended solids, or silt.

Applications

- ◆ Flow and level measurement in streams containing harsh chemicals, grease, or suspended solids
- ◆ 6712 or Avalanche sampler triggering based on level or flow
- ◆ Flow-proportioned sample collection
- ◆ Treatment capacity analysis
- ◆ Stormwater monitoring
- ◆ Combined sewer overflow studies
- ◆ Long-term river and stream gauging



Standard Features

- ◆ Non-contacting ultrasonic sensor is unaffected by flow stream composition
- ◆ Built-in flow conversions for most applications, including weirs and flumes, Manning formula, data points, or equations for special situations
- ◆ During the program's operation, current flow and level values are viewable on the sampler's LCD display
- ◆ All level data stored in the sampler is available for later retrieval, reporting, and graphing using Isco Flowlink® software



Simply plug in one of the environmentally-sealed modules to expand monitoring capabilities. They can easily be added or changed in the field.

Specifications

710 Module							
Size (H x W x D)	4.9 x 5.7 x 2.0 in	12.4 x 14.5 x 5.1 cm	Range (distance from sensor to liquid)	Minimum	1 ft	0.3 m	
Weight	1.1 lbs	0.5 kg					Maximum
Material	Polystyrene		Span			0 to 10 ft	
Enclosure	NEMA 4X, 6	IP67	Level Measurement Accuracy	Head Change*	Maximum Error	Head Change*	Maximum Error
Power (provided by 6700 Series Sampler)	9 to 14V DC						
Program Memory	Non-volatile, programmable flash; can be updated via interrogator port on 6700 Series Sampler using a PC		Level Measurement Data Storage Interval (programmable through 6700 Series Sampler)	1.0 to 10 ft	±0.04 ft	0.30 to 3.0 m	±0.012 m
Operating Temperature	32° to 120° F	0° to 49° C		Temperature Coefficient	±0.000047 x D per °F		±0.000085 x D per °C
Storage Temperature	0° to 140° F	-18° to 60° C	Maximum error over compensated temperature range (per degree of temperature change)	Where D is the distance from the transducer to the liquid surface			
Ultrasonic Sensor			Operating Temperature	32° to 120°F	0° to 49°C		
Length	6.0 in	15.2 cm	Compensated Temperature	32° to 120°F	0° to 49°C		
Diameter	2.3 in	5.7 cm	Materials	Sensor	Delrin® with Teflon® -coated transducer and Teflon-coated stainless steel temperature sensor		
Cable Length	25 ft	7.6 m					
Cable Diameter	0.3 in	0.8 cm	*Actual change in vertical distance between the ultrasonic sensor and liquid surface. © E.I. DuPont de Nemours Co.				
Weight (including cable)	2.1 lbs	1.0 kg					
Enclosure	NEMA 4X, 6	IP67					

Ordering Information

Description	Part Number
710 Ultrasonic Flow Module	68-6700-049
710 Accessories	
Sensor Cable Clamp	60-3004-129
Sensor Cable Straightener	60-3213-061
Sensor Mounting Bracket	60-2443-092
Sensor Sunshade	60-3004-142
Sensor Floor Mount	60-3004-117
Calibration Target	60-3004-143



4700 Superior Street
 Lincoln NE 68504 USA
 Tel: (402) 464-0231
 USA and Canada: (800) 228-4373
 Fax: (402) 465-3022
 E-Mail: iscoinfo@teledyne.com
 Internet: www.teledyneisco.com

Teledyne Isco reserves the right to change specifications without notice.
 © 2012 Teledyne Isco - L-1131 - rev 12/12

Anexo 3. Manual Mini-molinete

Minimolinete M1 con barra 20mm dia. y dispositivo de guía

Cuerpo del molinete

El cuerpo del molinete, de línea aerodinámica, está fabricado en acero inoxidable de alta calidad. El eje de la hélice, con baño de aceite, gira sobre dos rodamientos de bolas, con ausencia de fricción.

Mecanismo de contacto

La caja-contador registra un impulso por cada revolución de la hélice. El mecanismo de contacto para la captación de las revoluciones de la hélice está reunido en una unidad miniaturizada.

La frecuencia de impulso para la caja-contador mecánica Z1 está limitada a un máximo de 10 impulsos por segundo. Con la caja-contador electrónica Z4 se pueden recoger frecuencias de impulso para cualquier velocidad de la corriente.

En el equipo completo están incluidas seis hélices de 50 ó 30 mm de diámetro, con distintos pasos (ver tabla). Si se desea, el equipo puede ser suministrado también con hélices independientes.

Dispositivo de guía

La medición se realiza normalmente en una barra-soporte de 9 mm de diámetro. La barra-soporte está realizada en acero inoxidable de alta calidad, está compuesta de tres piezas, y tiene un total de 1,5 m de longitud. También se facilita un pie para el montaje de la barra-soporte. Si se desea, es posible la división en cm y numeración en dm de la barra-soporte. Para realizar mediciones con una barra-soporte de 20 mm de diámetro, o bien utilizando una pieza para desplazamiento, se dispone de una pinza especial.



Hélices

Las hélices, con elevada precisión de paso, están fabricadas en aluminio anodizado resistente al agua de mar. Las hélices son acoplables y pueden ser cambiadas rápidamente y sin problemas.

barra de 20mm dia

perno de tope

fig. 6: Mini molinete M1 sobre barra 20 mm dia.



Ø 50/500



Ø50/250



Ø50/100



Ø 50/50



Ø30/100



Ø30/50

SEBA - Contador Z6

SEBA HDA

Descripción del producto:

Con este contador electrónico se pueden recoger las frecuencias de impulsos de cualquier velocidad de corriente. Los impulsos procedentes del molinete van siendo sumados e indicados en función del tiempo preseleccionado. La cuenta del tiempo comienza con el primer impulso. Con la versión básica se pueden contar los impulsos a través de tiempos de medida preseleccionados. Opcionalmente también se puede preseleccionar el número de impulsos a recoger (Z6-I). Además existe otra opción para la cálculo directa de la velocidad de corriente con unas ecuaciones preseleccionadas (Z6-V). Hay varias posiciones de almacenamiento para todos los ajustes. Todos los ajustes del usuario pueden ser realizados directamente al instrumento o a través de un ordenador conectado y almacenados permanentemente.

Datos técnicos

Contador Z6V de SEBA:

indicador de cristal líquido de 5 dígitos, control de baterías automático y zumbador acoplable.

Precisión:

Medida de tiempo 0.01 s
Cuenta de impulsos 1 impulso

Conexión al molinete:

casquillo de 2 x 4 mm para la conexión del cable entregado por el fabricante del molinete/contador con enchufe tipo banana de 4 mm

Frecuencia de impulsos máxima:

40 impulsos por segundo

Señal de entrada:

Entrada de contacto
opcionalmente también señal TTL con max. 5V Hub

Alimentación:

pila de 9V interna, opcionalmente también acumulador de 8.4V con función de carga integrada

Conexión al PC / Notebook:

RS232, 2400Baud, 8Bits, ninguna paridad, 1 Stopbit a través de cable RS232 con 9 polos, "cable modem"

Carcasa:

Aluminio, eloxado en negro
Clase de protección: IP 64
Dimensiones: 122mm x 117mm x 45mm
Peso: 450g

Z6 - V

Datos técnicos como Z6 pero con entrada de max. 20 ecuaciones e indicación adicional de la velocidad de corriente en cm/s

Z6 - I

Datos técnicos como Z6 pero con preselección de tiempo e impulsos

SEBA HDA, el asistente digital multifuncional

Tamaño: longitud:165 mm, ancho: 95 mm, altura: 45 mm

Peso: 490 g incluyendo la batería

Tipo de protección: IP 67

Caída: 26 caídas desde 1,2 m en cemento

Temperatura Operacional: -30 °C hasta +60 °C

Resistencia a la Humedad: MIL-STD 810F método 507.4

Procesador/memoria: Intel PXA 255 X-escala CPU

RECON200 - 200 MHz,

64 MB SDRAM, 64 MB NAND Flash

1/4 VGA, 240 x 320 Pixel, pantalla

en color TFT con pantalla táctil e

iluminación

Batería: 3.800 mAh NIMH-batería para

12-30 horas de operación

Windows Mobile 2003

Sistema Operativo:

Conexiones: 1 x USB-B Slave (12 Mbps),

1 x RS232 (115 Kbps)

1 x cargador, 2 x CF-slot tipo II

Teclado: 10 teclas, onscreen qwerty softkeyboard

para entrada de signos alfanuméricos

incluido con el pedido:

- cargador de batería
- cable de conexión PDA-PC
- Software SEBAConfig CE
- Software MGDMS/MLMDS CE
- para presentación de listados y gráficos



Contador Z6



HDA

Reservados los derechos para cambiar las especificaciones técnicas sin previo aviso.



SEBA Hydrometrie GmbH

Gewerbestr. 61a • D-87600 Kaufbeuren

Tel.: +49 (0)8341 / 9648-0

Fax: +49 (0)8341 / 9648-48

Email: info@seba.de

Internet: www.seba.de

representante:

Anexo 4. Resultado de aforo con muestreador automático ISCO 710

Aforos Enero 2016

Aforo Punto 1, Enero

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario		
18/01/2016	13:00:00	0.0074	1/19/2016	13:00:00	0.0082	1/20/2016	13:00:00	0.0067	0.0074	7.41
18/01/2016	14:00:00	0.0080	1/19/2016	14:00:00	0.0084	1/20/2016	14:00:00	0.0076	0.0080	8.02
18/01/2016	15:00:00	0.0078	1/19/2016	15:00:00	0.0086	1/20/2016	15:00:00	0.0079	0.0081	8.09
18/01/2016	16:00:00	0.0073	1/19/2016	16:00:00	0.0084	1/20/2016	16:00:00	0.0077	0.0078	7.80
18/01/2016	17:00:00	0.0072	1/19/2016	17:00:00	0.0082	1/20/2016	17:00:00	0.0073	0.0076	7.57
18/01/2016	18:00:00	0.0070	1/19/2016	18:00:00	0.0082	1/20/2016	18:00:00	0.0079	0.0077	7.68
18/01/2016	19:00:00	0.0064	1/19/2016	19:00:00		1/20/2016	19:00:00	0.0080	0.0072	7.18
18/01/2016	20:00:00	0.0058	1/19/2016	20:00:00	0.0085	1/20/2016	20:00:00	0.0074	0.0072	7.20
18/01/2016	21:00:00	0.0051	1/19/2016	21:00:00	0.0082	1/20/2016	21:00:00	0.0067	0.0067	6.68
18/01/2016	22:00:00	0.0058	1/19/2016	22:00:00	0.0073	1/20/2016	22:00:00	0.0052	0.0061	6.08
18/01/2016	23:00:00	0.0055	1/19/2016	23:00:00	0.0088	1/20/2016	23:00:00	0.0046	0.0063	6.33
1/19/2016	0:00:00	0.0050	1/20/2016	0:00:00	0.0085	1/21/2016	0:00:00	0.0044	0.0060	5.98
1/19/2016	1:00:00	0.0058	1/20/2016	1:00:00	0.0081	1/21/2016	1:00:00	0.0039	0.0059	5.93
1/19/2016	2:00:00	0.0068	1/20/2016	2:00:00	0.0064	1/21/2016	2:00:00	0.0040	0.0057	5.72
1/19/2016	3:00:00	0.0069	1/20/2016	3:00:00	0.0051	1/21/2016	3:00:00	0.0043	0.0054	5.44
1/19/2016	4:00:00	0.0069	1/20/2016	4:00:00	0.0055	1/21/2016	4:00:00	0.0051	0.0058	5.83
1/19/2016	5:00:00	0.0081	1/20/2016	5:00:00	0.0067	1/21/2016	5:00:00	0.0067	0.0072	7.16
1/19/2016	6:00:00	0.0085	1/20/2016	6:00:00	0.0076	1/21/2016	6:00:00	0.0079	0.0080	8.01
1/19/2016	7:00:00	0.0085	1/20/2016	7:00:00	0.0076	1/21/2016	7:00:00	0.0084	0.0082	8.17
1/19/2016	8:00:00	0.0083	1/20/2016	8:00:00	0.0076	1/21/2016	8:00:00	0.0093	0.0084	8.42
1/19/2016	9:00:00	0.0084	1/20/2016	9:00:00	0.0080	1/21/2016	9:00:00	0.0096	0.0086	8.64
1/19/2016	10:00:00	0.0087	1/20/2016	10:00:00	0.0071	1/21/2016	10:00:00	0.0088	0.0082	8.19
1/19/2016	11:00:00	0.0086	1/20/2016	11:00:00	0.0063	1/21/2016	11:00:00		0.0075	7.45
1/19/2016	12:00:00	0.0075	1/20/2016	12:00:00	0.0055	1/21/2016	12:00:00		0.0065	6.51
	caudal diario	0.0071		caudal diario	0.0075		caudal diario	0.0068		

Aforo Punto 2, Enero

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
22/01/2016	14:00:00	0.0303	23/01/2016	14:00:00	0.0396	24/01/2016	14:00:00	0.0363	25/01/2016	14:00:00	0.0387
22/01/2016	15:00:00	0.0307	23/01/2016	15:00:00	0.0367	24/01/2016	15:00:00	0.0359	25/01/2016	15:00:00	0.0391
22/01/2016	16:00:00	0.0321	23/01/2016	16:00:00	0.0371	24/01/2016	16:00:00	0.0339	25/01/2016	16:00:00	0.0396
22/01/2016	17:00:00	0.0315	23/01/2016	17:00:00	0.0385	24/01/2016	17:00:00	0.0254	25/01/2016	17:00:00	0.0391
22/01/2016	18:00:00	0.0236	23/01/2016	18:00:00	0.0402	24/01/2016	18:00:00	0.0382	25/01/2016	18:00:00	0.0425
22/01/2016	19:00:00	0.0200	23/01/2016	19:00:00	0.0513	24/01/2016	19:00:00	0.0377	25/01/2016	19:00:00	0.0435
22/01/2016	20:00:00	0.0299	23/01/2016	20:00:00	0.0350	24/01/2016	20:00:00	0.0330	25/01/2016	20:00:00	0.0434
22/01/2016	21:00:00	0.0392	23/01/2016	21:00:00	0.0365	24/01/2016	21:00:00	0.0415	25/01/2016	21:00:00	0.0402
22/01/2016	22:00:00	0.0440	23/01/2016	22:00:00	0.0303	24/01/2016	22:00:00		25/01/2016	22:00:00	0.0331
22/01/2016	23:00:00	0.0378	23/01/2016	23:00:00	0.0472	24/01/2016	23:00:00	0.0462	25/01/2016	23:00:00	0.0454
23/01/2016	0:00:00	0.0272	24/01/2016	0:00:00	0.0367	25/01/2016	0:00:00	0.0527	26/01/2016	0:00:00	0.0393
23/01/2016	1:00:00	0.0243	24/01/2016	1:00:00	0.0280	25/01/2016	1:00:00	0.0508	26/01/2016	1:00:00	0.0224
23/01/2016	2:00:00	0.0237	24/01/2016	2:00:00	0.0188	25/01/2016	2:00:00	0.0528	26/01/2016	2:00:00	0.0122
23/01/2016	3:00:00	0.0171	24/01/2016	3:00:00	0.0151	25/01/2016	3:00:00	0.0483	26/01/2016	3:00:00	0.0144
23/01/2016	4:00:00	0.0169	24/01/2016	4:00:00	0.0159	25/01/2016	4:00:00	0.0488	26/01/2016	4:00:00	0.0385
23/01/2016	5:00:00	0.0346	24/01/2016	5:00:00	0.0266	25/01/2016	5:00:00	0.0455	26/01/2016	5:00:00	0.0389
23/01/2016	6:00:00	0.0384	24/01/2016	6:00:00	0.0420	25/01/2016	6:00:00	0.0507	26/01/2016	6:00:00	0.0383
23/01/2016	7:00:00	0.0294	24/01/2016	7:00:00	0.0383	25/01/2016	7:00:00	0.0505	26/01/2016	7:00:00	0.0396
23/01/2016	8:00:00	0.0358	24/01/2016	8:00:00	0.0413	25/01/2016	8:00:00	0.0548	26/01/2016	8:00:00	0.0483
23/01/2016	9:00:00	0.0426	24/01/2016	9:00:00	0.0470	25/01/2016	9:00:00	0.0522	26/01/2016	9:00:00	0.0430
23/01/2016	10:00:00	0.0467	24/01/2016	10:00:00	0.0473	25/01/2016	10:00:00	0.0467	26/01/2016	10:00:00	0.0493
23/01/2016	11:00:00	0.0499	24/01/2016	11:00:00	0.0457	25/01/2016	11:00:00	0.0461	26/01/2016	11:00:00	0.0453
23/01/2016	12:00:00	0.0479	24/01/2016	12:00:00	0.0431	25/01/2016	12:00:00	0.0418			
23/01/2016	13:00:00	0.0424	24/01/2016	13:00:00	0.0405	25/01/2016	13:00:00	0.0389			
	caudal diario	0.0332		caudal diario	0.0366		caudal diario	0.0439		caudal diario	0.0379

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0290	28.992
0.0285	28.498
0.0286	28.550
0.0269	26.883
0.0289	28.901
0.0305	30.513
0.0282	28.244
0.0315	31.476
0.0268	26.843
0.0353	35.313
0.0312	31.178
0.0251	25.113
0.0215	21.499
0.0190	18.996
0.0240	24.027
0.0291	29.111
0.0339	33.881
0.0316	31.574
0.0360	36.036
0.0370	36.979
0.0380	38.016
0.0374	37.395
0.0332	33.211
0.0305	30.455

Aforo Punto3, Enero

DÍA 1			DÍA 2		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
27/01/2016	13:00:00	0.0835	28/01/2016	13:00:00	0.0833
27/01/2016	14:00:00	0.0845	28/01/2016	14:00:00	0.0848
27/01/2016	15:00:00	0.081	28/01/2016	15:00:00	0.0750
27/01/2016	16:00:00	0.0785	28/01/2016	16:00:00	0.0774
27/01/2016	17:00:00	0.081	28/01/2016	17:00:00	0.0795
27/01/2016	18:00:00	0.079	28/01/2016	18:00:00	0.0780
27/01/2016	19:00:00	0.078	28/01/2016	19:00:00	0.0788
27/01/2016	20:00:00	0.0785	28/01/2016	20:00:00	0.0760
27/01/2016	21:00:00	0.078	28/01/2016	21:00:00	0.0743
27/01/2016	22:00:00	0.0735	28/01/2016	22:00:00	0.0615
27/01/2016	23:00:00	0.0655	28/01/2016	23:00:00	0.0600
28/01/2016	0:00:00	0.062			
28/01/2016	1:00:00	0.0595			
28/01/2016	2:00:00	0.0625			
28/01/2016	3:00:00	0.0595			
28/01/2016	4:00:00	0.0615			
28/01/2016	5:00:00	0.0695			
28/01/2016	6:00:00	0.079			
28/01/2016	7:00:00	0.0855			
28/01/2016	8:00:00	0.086			
28/01/2016	9:00:00	0.0885			
28/01/2016	10:00:00	0.088			
28/01/2016	11:00:00	0.09			
28/01/2016	12:00:00	0.087			
	caudal diario	0.0766		caudal diario	0.0753

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0834	83.375
0.0846	84.625
0.0780	78.000
0.0780	77.950
0.0803	80.250
0.0785	78.500
0.0784	78.375
0.0773	77.250
0.0761	76.125
0.0675	67.500
0.0628	62.750
0.0620	62.000
0.0595	59.500
0.0625	62.500
0.0595	59.500
0.0615	61.500
0.0695	69.500
0.0790	79.000
0.0855	85.500
0.0860	86.000
0.0885	88.500
0.0880	88.000
0.0900	90.000
0.0870	87.000

Aforos Febrero 2016

Aforo Punto1, Febrero

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
11/2/2016	15:00:00	0.0073	12/2/2016	15:00:00	0.006	13/02/2016	15:00:00	0.007
11/2/2016	16:00:00	0.0074	12/2/2016	16:00:00	0.007	13/02/2016	16:00:00	0.006
11/2/2016	17:00:00	0.0074	12/2/2016	17:00:00	0.006	13/02/2016	17:00:00	0.006
11/2/2016	18:00:00	0.0073	12/2/2016	18:00:00	0.006	13/02/2016	18:00:00	0.006
11/2/2016	19:00:00	0.0063	12/2/2016	19:00:00	0.006	13/02/2016	19:00:00	0.005
11/2/2016	20:00:00	0.0061	12/2/2016	20:00:00	0.006	13/02/2016	20:00:00	0.005
11/2/2016	21:00:00	0.0060	12/2/2016	21:00:00	0.006	13/02/2016	21:00:00	0.005
11/2/2016	22:00:00	0.0060	12/2/2016	22:00:00	0.005	13/02/2016	22:00:00	0.005
11/2/2016	23:00:00	0.0058	12/2/2016	23:00:00	0.005	13/02/2016	23:00:00	0.005
12/2/2016	0:00:00	0.0059	13/02/2016	0:00:00	0.005	14/02/2016	0:00:00	0.005
12/2/2016	1:00:00	0.0059	13/02/2016	1:00:00	0.004	14/02/2016	1:00:00	0.005
12/2/2016	2:00:00	0.0061	13/02/2016	2:00:00	0.004	14/02/2016	2:00:00	0.006
12/2/2016	3:00:00	0.0062	13/02/2016	3:00:00	0.005	14/02/2016	3:00:00	0.006
12/2/2016	4:00:00	0.0063	13/02/2016	4:00:00	0.005	14/02/2016	4:00:00	0.006
12/2/2016	5:00:00	0.0066	13/02/2016	5:00:00	0.005	14/02/2016	5:00:00	0.006
12/2/2016	6:00:00	0.0069	13/02/2016	6:00:00	0.006	14/02/2016	6:00:00	0.006
12/2/2016	7:00:00	0.0072	13/02/2016	7:00:00	0.006	14/02/2016	7:00:00	0.007
12/2/2016	8:00:00	0.0071	13/02/2016	8:00:00	0.007	14/02/2016	8:00:00	0.007
12/2/2016	9:00:00	0.0077	13/02/2016	9:00:00	0.007	14/02/2016	9:00:00	0.009
12/2/2016	10:00:00	0.0081	13/02/2016	10:00:00	0.008			
12/2/2016	11:00:00	0.0074	13/02/2016	11:00:00	0.008			
12/2/2016	12:00:00	0.0072	13/02/2016	12:00:00	0.007			
12/2/2016	13:00:00	0.0058	13/02/2016	13:00:00	0.007			
12/2/2016	14:00:00	0.0057	13/02/2016	14:00:00	0.006			
	caudal diario	0.0067		caudal diario	0.0060		caudal diario	0.0059

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0067	6.733
0.0067	6.728
0.0066	6.589
0.0063	6.272
0.0058	5.772
0.0057	5.739
0.0057	5.711
0.0054	5.415
0.0053	5.333
0.0051	5.117
0.0050	4.983
0.0054	5.435
0.0056	5.604
0.0056	5.643
0.0059	5.872
0.0063	6.328
0.0068	6.833
0.0072	7.167
0.0078	7.808
0.0079	7.858
0.0075	7.542
0.0071	7.067
0.0062	6.226
0.0061	6.068

Aforo Punto2, Febrero

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
14/02/2016	11:00:00	0.0430	15/02/2016	11:00:00	0.0399	16/02/2016	11:00:00	0.0352
14/02/2016	12:00:00	0.0364	15/02/2016	12:00:00	0.0379	16/02/2016	12:00:00	0.0330
14/02/2016	13:00:00	0.0352	15/02/2016	13:00:00	0.0360	16/02/2016	13:00:00	0.0309
14/02/2016	14:00:00	0.0372	15/02/2016	14:00:00	0.0347	16/02/2016	14:00:00	0.0311
14/02/2016	15:00:00	0.0320	15/02/2016	15:00:00	0.0331	16/02/2016	15:00:00	0.0299
14/02/2016	16:00:00	0.0294	15/02/2016	16:00:00	0.0308	16/02/2016	16:00:00	0.0313
14/02/2016	17:00:00	0.0308	15/02/2016	17:00:00	0.0310	16/02/2016	17:00:00	0.0307
14/02/2016	18:00:00	0.0347	15/02/2016	18:00:00	0.0315	16/02/2016	18:00:00	0.0311
14/02/2016	19:00:00	0.0327	15/02/2016	19:00:00	0.0309	16/02/2016	19:00:00	0.0318
14/02/2016	20:00:00	0.0329	15/02/2016	20:00:00	0.0362	16/02/2016	20:00:00	0.0314
14/02/2016	21:00:00	0.0335	15/02/2016	21:00:00	0.0401	16/02/2016	21:00:00	0.0316
14/02/2016	22:00:00	0.0357	15/02/2016	22:00:00	0.0401	16/02/2016	22:00:00	0.0400
14/02/2016	23:00:00	0.0306	15/02/2016	23:00:00	0.0365	16/02/2016	23:00:00	0.0377
15/02/2016	0:00:00	0.0228	16/02/2016	0:00:00	0.0352	17/02/2016	0:00:00	0.0359
15/02/2016	1:00:00	0.0224	16/02/2016	1:00:00	0.0325	17/02/2016	1:00:00	0.0347
15/02/2016	2:00:00	0.0199	16/02/2016	2:00:00	0.0320	17/02/2016	2:00:00	0.0339
15/02/2016	3:00:00	0.0187	16/02/2016	3:00:00	0.0311	17/02/2016	3:00:00	0.0337
15/02/2016	4:00:00	0.0260	16/02/2016	4:00:00	0.0312	17/02/2016	4:00:00	0.0314
15/02/2016	5:00:00	0.0339	16/02/2016	5:00:00	0.0337	17/02/2016	5:00:00	0.0403
15/02/2016	6:00:00	0.0200	16/02/2016	6:00:00	0.0300	17/02/2016	6:00:00	0.0400
15/02/2016	7:00:00	0.0285	16/02/2016	7:00:00	0.0354	17/02/2016	7:00:00	0.0360
15/02/2016	8:00:00	0.0380	16/02/2016	8:00:00	0.0375	17/02/2016	8:00:00	0.0340
15/02/2016	9:00:00	0.0388	16/02/2016	9:00:00	0.0376			
15/02/2016	10:00:00	0.0397	16/02/2016	10:00:00	0.0355			
	caudal diario	0.0314		caudal diario	0.0346		caudal diario	0.0339

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0393	39.325
0.0358	35.762
0.0340	34.031
0.0343	34.326
0.0316	31.648
0.0305	30.525
0.0308	30.807
0.0324	32.419
0.0318	31.787
0.0335	33.491
0.0351	35.077
0.0386	38.611
0.0349	34.933
0.0313	31.307
0.0299	29.861
0.0286	28.606
0.0278	27.836
0.0295	29.545
0.0360	35.966
0.0300	30.000
0.0333	33.287
0.0365	36.488
0.0382	38.233
0.0376	37.589

Aforo Punto3, Febrero

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
2/17/2016	12:00:00	0.0809	2/18/2016	12:00:00	0.0804	2/19/2016	12:00:00	0.0798
2/17/2016	13:00:00	0.0795	2/18/2016	13:00:00	0.0779	2/19/2016	13:00:00	0.0764
2/17/2016	14:00:00	0.0788	2/18/2016	14:00:00	0.0771	2/19/2016	14:00:00	0.0725
2/17/2016	15:00:00	0.0795	2/18/2016	15:00:00	0.0771	2/19/2016	15:00:00	0.0743
2/17/2016	16:00:00	0.0757	2/18/2016	16:00:00	0.0783	2/19/2016	16:00:00	0.0778
2/17/2016	17:00:00	0.0771	2/18/2016	17:00:00	0.0788	2/19/2016	17:00:00	0.0789
2/17/2016	18:00:00	0.0766	2/18/2016	18:00:00	0.0764	2/19/2016	18:00:00	0.0786
2/17/2016	19:00:00	0.0797	2/18/2016	19:00:00	0.0786	2/19/2016	19:00:00	0.0756
2/17/2016	20:00:00	0.0786	2/18/2016	20:00:00	0.0783	2/19/2016	20:00:00	0.0731
2/17/2016	21:00:00	0.0760	2/18/2016	21:00:00	0.0759	2/19/2016	21:00:00	0.0719
2/17/2016	22:00:00	0.0705	2/18/2016	22:00:00	0.0719	2/19/2016	22:00:00	0.0686
2/17/2016	23:00:00	0.0673	2/18/2016	23:00:00	0.0646	2/19/2016	23:00:00	0.0648
2/18/2016	0:00:00	0.0630	2/19/2016	0:00:00		2/20/2016	0:00:00	0.0582
2/18/2016	1:00:00		2/19/2016	1:00:00		2/20/2016	1:00:00	0.0560
2/18/2016	2:00:00		2/19/2016	2:00:00		2/20/2016	2:00:00	0.0555
2/18/2016	3:00:00		2/19/2016	3:00:00		2/20/2016	3:00:00	0.0555
2/18/2016	4:00:00		2/19/2016	4:00:00		2/20/2016	4:00:00	0.0600
2/18/2016	5:00:00	0.0696	2/19/2016	5:00:00	0.0693	2/20/2016	5:00:00	
2/18/2016	6:00:00	0.0783	2/19/2016	6:00:00	0.0744	2/20/2016	6:00:00	0.0715
2/18/2016	7:00:00	0.0832	2/19/2016	7:00:00	0.0819	2/20/2016	7:00:00	0.0789
2/18/2016	8:00:00	0.0810	2/19/2016	8:00:00	0.0825	2/20/2016	8:00:00	0.0823
2/18/2016	9:00:00	0.0812	2/19/2016	9:00:00	0.0831	2/20/2016	9:00:00	0.0930
2/18/2016	10:00:00	0.0842	2/19/2016	10:00:00	0.0843			
2/18/2016	11:00:00	0.0820	2/19/2016	11:00:00	0.0831			
	caudal diario	0.0771		caudal diario	0.0776		caudal diario	0.0716

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0804	80.359
0.0779	77.929
0.0761	76.127
0.0770	76.955
0.0773	77.275
0.0782	78.245
0.0772	77.197
0.0780	77.952
0.0767	76.681
0.0746	74.611
0.0704	70.352
0.0656	65.562
0.0606	60.600
0.0560	56.000
0.0555	55.500
0.0555	55.500
0.0600	60.000
0.0694	69.436
0.0747	74.725
0.0813	81.337
0.0819	81.929
0.0858	85.764
0.0842	84.233
0.0825	82.508

Aforos Marzo 2016

Aforo Punto1, Marzo

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
3/3/2016	16:00:00	0.0058	4/3/2016	16:00:00		5/3/2016	16:00:00	
3/3/2016	17:00:00	0.0054	4/3/2016	17:00:00		5/3/2016	17:00:00	
3/3/2016	18:00:00	0.0055	4/3/2016	18:00:00		5/3/2016	18:00:00	
3/3/2016	19:00:00	0.0054	4/3/2016	19:00:00		5/3/2016	19:00:00	0.0078
3/3/2016	20:00:00	0.0051	4/3/2016	20:00:00		5/3/2016	20:00:00	0.0068
3/3/2016	21:00:00	0.0050	4/3/2016	21:00:00		5/3/2016	21:00:00	0.0061
3/3/2016	22:00:00	0.0050	4/3/2016	22:00:00		5/3/2016	22:00:00	0.0057
3/3/2016	23:00:00	0.0050	4/3/2016	23:00:00		5/3/2016	23:00:00	0.0059
4/3/2016	0:00:00	0.0048	5/3/2016	0:00:00		6/3/2016	0:00:00	
4/3/2016	1:00:00	0.0048	5/3/2016	1:00:00		6/3/2016	1:00:00	
4/3/2016	2:00:00	0.0059	5/3/2016	2:00:00		6/3/2016	2:00:00	0.0061
4/3/2016	3:00:00	0.0059	5/3/2016	3:00:00		6/3/2016	3:00:00	0.0055
4/3/2016	4:00:00	0.0059	5/3/2016	4:00:00		6/3/2016	4:00:00	0.0056
4/3/2016	5:00:00	0.0065	5/3/2016	5:00:00	0.0069	6/3/2016	5:00:00	0.0055
4/3/2016	6:00:00	0.0071	5/3/2016	6:00:00	0.0069	6/3/2016	6:00:00	0.0063
4/3/2016	7:00:00	0.0070	5/3/2016	7:00:00	0.0072	6/3/2016	7:00:00	0.0071
4/3/2016	8:00:00	0.0071	5/3/2016	8:00:00	0.0074	6/3/2016	8:00:00	0.0070
4/3/2016	9:00:00	0.0073	5/3/2016	9:00:00	0.0076			
4/3/2016	10:00:00	0.0074	5/3/2016	10:00:00	0.0081			
4/3/2016	11:00:00	0.0075	5/3/2016	11:00:00	0.0085			
4/3/2016	12:00:00	0.0069	5/3/2016	12:00:00	0.0079			
4/3/2016	13:00:00	0.0064	5/3/2016	13:00:00	0.0074			
4/3/2016	14:00:00	0.0064	5/3/2016	14:00:00	0.0069			
4/3/2016	15:00:00		5/3/2016	15:00:00	0.0052			
	caudal diario	0.0061		caudal diario	0.0073		caudal diario	0.0063

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0058	5.850
0.0054	5.350
0.0055	5.533
0.0066	6.582
0.0059	5.950
0.0056	5.569
0.0054	5.367
0.0054	5.422
0.0048	4.800
0.0048	4.817
0.0060	6.010
0.0057	5.725
0.0057	5.733
0.0063	6.328
0.0068	6.756
0.0071	7.133
0.0072	7.159
0.0075	7.483
0.0078	7.771
0.0080	8.025
0.0074	7.434
0.0069	6.908
0.0067	6.658
0.0052	5.200

Aforo Punto2, Marzo

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4			DÍA 5		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
3/6/2016	12:00:00	0.0406	3/7/2016	12:00:00	0.0539	3/8/2016	12:00:00	0.0363	3/9/2016	12:00:00	0.0426	3/10/2016	12:00:00	0.0407
3/6/2016	13:00:00	0.0331	3/7/2016	13:00:00	0.0436	3/8/2016	13:00:00	0.0439	3/9/2016	13:00:00	0.0478	3/10/2016	13:00:00	0.0492
3/6/2016	14:00:00	0.0352	3/7/2016	14:00:00	0.0421	3/8/2016	14:00:00	0.0405	3/9/2016	14:00:00	0.0452	3/10/2016	14:00:00	0.0498
3/6/2016	15:00:00	0.0381	3/7/2016	15:00:00	0.0411	3/8/2016	15:00:00	0.0492	3/9/2016	15:00:00	0.0447	3/10/2016	15:00:00	0.0428
3/6/2016	16:00:00	0.0284	3/7/2016	16:00:00	0.0372	3/8/2016	16:00:00	0.0484	3/9/2016	16:00:00	0.0452	3/10/2016	16:00:00	0.0452
3/6/2016	17:00:00	0.0206	3/7/2016	17:00:00	0.0342	3/8/2016	17:00:00	0.0449	3/9/2016	17:00:00	0.0500	3/10/2016	17:00:00	0.0357
3/6/2016	18:00:00		3/7/2016	18:00:00	0.0347	3/8/2016	18:00:00	0.0412	3/9/2016	18:00:00	0.0437	3/10/2016	18:00:00	0.0272
3/6/2016	19:00:00	0.0389	3/7/2016	19:00:00	0.0375	3/8/2016	19:00:00	0.0310	3/9/2016	19:00:00	0.0297	3/10/2016	19:00:00	0.0473
3/6/2016	20:00:00	0.0215	3/7/2016	20:00:00	0.0356	3/8/2016	20:00:00	0.0281	3/9/2016	20:00:00	0.0302	3/10/2016	20:00:00	0.0246
3/6/2016	21:00:00	0.0356	3/7/2016	21:00:00	0.0334	3/8/2016	21:00:00	0.0278	3/9/2016	21:00:00	0.0223	3/10/2016	21:00:00	0.0151
3/6/2016	22:00:00	0.0306	3/7/2016	22:00:00	0.0236	3/8/2016	22:00:00	0.0194	3/9/2016	22:00:00	0.0170	3/10/2016	22:00:00	0.0246
3/6/2016	23:00:00	0.0413	3/7/2016	23:00:00	0.0154	3/8/2016	23:00:00	0.0325	3/9/2016	23:00:00	0.0363	3/10/2016	23:00:00	0.0266
3/7/2016	0:00:00	0.0426	3/8/2016	0:00:00	0.0298	3/9/2016	0:00:00	0.0367	3/9/2016	0:00:00	0.0223	3/11/2016	0:00:00	0.0200
3/7/2016	1:00:00	0.0440	3/8/2016	1:00:00	0.0350	3/9/2016	1:00:00	0.0247	3/10/2016	1:00:00	0.0042	3/11/2016	1:00:00	
3/7/2016	2:00:00	0.0372	3/8/2016	2:00:00	0.0343	3/9/2016	2:00:00	0.0234	3/10/2016	2:00:00	0.0040	3/11/2016	2:00:00	
3/7/2016	3:00:00		3/8/2016	3:00:00	0.0348	3/9/2016	3:00:00	0.0325	3/10/2016	3:00:00	0.0138	3/11/2016	3:00:00	
3/7/2016	4:00:00		3/8/2016	4:00:00	0.0292	3/9/2016	4:00:00	0.0361	3/10/2016	4:00:00	0.0333	3/11/2016	4:00:00	0.0249
3/7/2016	5:00:00		3/8/2016	5:00:00	0.0172	3/9/2016	5:00:00	0.0269	3/10/2016	5:00:00	0.0263	3/11/2016	5:00:00	0.0222
3/7/2016	6:00:00		3/8/2016	6:00:00	0.0360	3/9/2016	6:00:00	0.0442	3/10/2016	6:00:00	0.0424	3/11/2016	6:00:00	0.0389
3/7/2016	7:00:00	0.0397	3/8/2016	7:00:00	0.0355	3/9/2016	7:00:00	0.0417	3/10/2016	7:00:00	0.0470	3/11/2016	7:00:00	0.0406
3/7/2016	8:00:00	0.0534	3/8/2016	8:00:00	0.0519	3/9/2016	8:00:00	0.0431	3/10/2016	8:00:00	0.0472	3/11/2016	8:00:00	0.0436
3/7/2016	9:00:00	0.0517	3/8/2016	9:00:00	0.0519	3/9/2016	9:00:00	0.0429	3/10/2016	9:00:00	0.0423	3/11/2016	9:00:00	0.0432
3/7/2016	10:00:00		3/8/2016	10:00:00	0.0537	3/9/2016	10:00:00	0.0423	3/10/2016	10:00:00	0.0462	3/11/2016	10:00:00	0.0486
3/7/2016	11:00:00	0.0575	3/8/2016	11:00:00	0.0456	3/9/2016	11:00:00	0.0452	3/10/2016	11:00:00	0.0426	3/11/2016	11:00:00	0.0471
	caudal diario	0.0383		caudal diario	0.0370		caudal diario	0.0368		caudal diario	0.0344		caudal diario	0.0361

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0428	42.834
0.0435	43.521
0.0425	42.549
0.0432	43.183
0.0409	40.874
0.0371	37.079
0.0367	36.692
0.0369	36.872
0.0280	27.990
0.0268	26.828
0.0230	23.048
0.0304	30.412
0.0303	30.285
0.0270	26.958
0.0247	24.729
0.0270	27.044
0.0309	30.865
0.0232	23.152
0.0404	40.382
0.0409	40.890
0.0478	47.832
0.0464	46.383
0.0477	47.669
0.0476	47.573

Aforo Punto3, Marzo

DÍA 1			DÍA 2		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
3/12/2016	8:00:00		3/13/2016	8:00:00	0.074
3/12/2016	9:00:00		3/13/2016	9:00:00	0.070
3/12/2016	10:00:00		3/13/2016	10:00:00	0.075
3/12/2016	11:00:00	0.081			
3/12/2016	12:00:00	0.085			
3/12/2016	13:00:00	0.080			
3/12/2016	14:00:00	0.080			
3/12/2016	15:00:00	0.075			
3/12/2016	16:00:00	0.067			
3/12/2016	17:00:00	0.072			
3/12/2016	18:00:00	0.073			
3/12/2016	19:00:00	0.070			
3/12/2016	20:00:00	0.067			
3/12/2016	21:00:00	0.067			
3/12/2016	22:00:00	0.067			
3/12/2016	23:00:00	0.059			
3/13/2016	0:00:00	0.055			
3/13/2016	1:00:00	0.055			
3/13/2016	2:00:00	0.053			
3/13/2016	3:00:00	0.052			
3/13/2016	4:00:00	0.050			
3/13/2016	5:00:00	0.054			
3/13/2016	6:00:00	0.063			
3/13/2016	7:00:00	0.070			
	caudal diario	0.0664		caudal diario	0.0732

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.074	73.969
0.070	70.041
0.075	75.480
0.081	81.121
0.085	85.290
0.080	80.227
0.080	79.541
0.075	74.501
0.067	67.115
0.072	72.061
0.073	73.067
0.070	70.281
0.067	66.512
0.067	66.852
0.067	66.751
0.059	59.092
0.055	54.702
0.055	54.628
0.053	53.392
0.052	51.642
0.050	49.885
0.054	54.104
0.063	62.839
0.070	70.129

Aforos Mayo 2016

Aforo Punto1, Mayo

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
5/2/2016	14:00:00	0.009	5/3/2016	14:00:00	0.008	5/4/2016	14:00:00	0.009	5/5/2016	14:00:00	0.007
5/2/2016	15:00:00	0.011	5/3/2016	15:00:00	0.010	5/4/2016	15:00:00	0.008	5/5/2016	15:00:00	0.008
5/2/2016	16:00:00	0.010	5/3/2016	16:00:00	0.013	5/4/2016	16:00:00	0.007	5/5/2016	16:00:00	0.009
5/2/2016	17:00:00	0.013	5/3/2016	17:00:00	0.009	5/4/2016	17:00:00	0.008	5/5/2016	17:00:00	0.009
5/2/2016	18:00:00	0.011	5/3/2016	18:00:00	0.008	5/4/2016	18:00:00	0.008	5/5/2016	18:00:00	0.012
5/2/2016	19:00:00	0.008	5/3/2016	19:00:00	0.008	5/4/2016	19:00:00	0.006	5/5/2016	19:00:00	0.007
5/2/2016	20:00:00	0.007	5/3/2016	20:00:00	0.008	5/4/2016	20:00:00	0.007	5/5/2016	20:00:00	0.006
5/2/2016	21:00:00	0.005	5/3/2016	21:00:00	0.007	5/4/2016	21:00:00	0.006	5/5/2016	21:00:00	0.005
5/2/2016	22:00:00	0.005	5/3/2016	22:00:00	0.006	5/4/2016	22:00:00	0.006	5/5/2016	22:00:00	0.005
5/2/2016	23:00:00	0.004	5/3/2016	23:00:00	0.005	5/4/2016	23:00:00	0.005	5/5/2016	23:00:00	0.004
5/3/2016	0:00:00	0.004	5/4/2016	0:00:00	0.005	5/5/2016	0:00:00	0.005	6/6/2016	0:00:00	0.004
5/3/2016	1:00:00	0.004	5/4/2016	1:00:00	0.005	5/5/2016	1:00:00	0.005	6/6/2016	1:00:00	0.004
5/3/2016	2:00:00	0.004	5/4/2016	2:00:00	0.005	5/5/2016	2:00:00	0.005	6/6/2016	2:00:00	0.004
5/3/2016	3:00:00	0.004	5/4/2016	3:00:00	0.004	5/5/2016	3:00:00	0.005	6/6/2016	3:00:00	0.004
5/3/2016	4:00:00	0.005	5/4/2016	4:00:00	0.005	5/5/2016	4:00:00	0.005	6/6/2016	4:00:00	0.004
5/3/2016	5:00:00	0.008	5/4/2016	5:00:00	0.007	5/5/2016	5:00:00	0.007	6/6/2016	5:00:00	0.006
5/3/2016	6:00:00		5/4/2016	6:00:00	0.010	5/5/2016	6:00:00	0.009	6/6/2016	6:00:00	0.010
5/3/2016	7:00:00	0.013	5/4/2016	7:00:00	0.009	5/5/2016	7:00:00	0.010	6/6/2016	7:00:00	0.009
5/3/2016	8:00:00	0.012	5/4/2016	8:00:00	0.010	5/5/2016	8:00:00	0.010	6/6/2016	8:00:00	0.009
5/3/2016	9:00:00	0.011	5/4/2016	9:00:00	0.010	5/5/2016	9:00:00	0.011	6/6/2016	9:00:00	0.010
5/3/2016	10:00:00	0.012	5/4/2016	10:00:00	0.010	5/5/2016	10:00:00	0.010	6/6/2016	10:00:00	0.010
5/3/2016	11:00:00	0.011	5/4/2016	11:00:00	0.009	5/5/2016	11:00:00	0.010			
5/3/2016	12:00:00	0.010	5/4/2016	12:00:00	0.009	5/5/2016	12:00:00	0.009			
5/3/2016	13:00:00	0.009	5/4/2016	13:00:00	0.008	5/5/2016	13:00:00	0.008			
	caudal diario	0.0083		caudal diario	0.0078		caudal diario	0.0074		caudal diario	0.0070

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.008	8.254
0.009	9.063
0.010	9.794
0.010	9.521
0.010	9.733
0.007	7.425
0.007	6.864
0.006	5.887
0.005	5.316
0.005	4.608
0.004	4.212
0.004	4.423
0.004	4.355
0.004	4.369
0.005	5.015
0.007	7.191
0.010	9.741
0.010	10.362
0.010	10.321
0.010	10.496
0.010	10.463
0.010	10.270
0.009	8.947
0.009	8.550

Aforo Punto2, Mayo

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
5/6/2016	12:00:00	0.0861	5/7/2016	12:00:00	0.0367	5/8/2016	12:00:00	0.0329	5/9/2016	12:00:00	0.0395
5/6/2016	13:00:00	0.0390	5/7/2016	13:00:00	0.0382	5/8/2016	13:00:00	0.0312	5/9/2016	13:00:00	0.0380
5/6/2016	14:00:00	0.0380	5/7/2016	14:00:00	0.0334	5/8/2016	14:00:00	0.0324	5/9/2016	14:00:00	0.0364
5/6/2016	15:00:00	0.0370	5/7/2016	15:00:00	0.0394	5/8/2016	15:00:00	0.0338	5/9/2016	15:00:00	0.0383
5/6/2016	16:00:00	0.0369	5/7/2016	16:00:00		5/8/2016	16:00:00	0.0342	5/9/2016	16:00:00	0.0361
5/6/2016	17:00:00	0.0377	5/7/2016	17:00:00		5/8/2016	17:00:00	0.0293	5/9/2016	17:00:00	0.0401
5/6/2016	18:00:00	0.0354	5/7/2016	18:00:00	0.0351	5/8/2016	18:00:00	0.0334	5/9/2016	18:00:00	0.0399
5/6/2016	19:00:00	0.0402	5/7/2016	19:00:00	0.0376	5/8/2016	19:00:00	0.0375	5/9/2016	19:00:00	
5/6/2016	20:00:00	0.0478	5/7/2016	20:00:00	0.0351	5/8/2016	20:00:00	0.0348	5/9/2016	20:00:00	
5/6/2016	21:00:00	0.0454	5/7/2016	21:00:00	0.0350	5/8/2016	21:00:00	0.0339	5/9/2016	21:00:00	
5/6/2016	22:00:00	0.0425	5/7/2016	22:00:00	0.0353	5/8/2016	22:00:00	0.0425	5/9/2016	22:00:00	
5/6/2016	23:00:00	0.0584	5/7/2016	23:00:00	0.0391	5/8/2016	23:00:00	0.0436	5/9/2016	23:00:00	
5/7/2016	0:00:00	0.0597	5/8/2016	0:00:00	0.0460	5/9/2016	0:00:00	0.0486	5/10/2016	0:00:00	0.0430
5/7/2016	1:00:00	0.0360	5/8/2016	1:00:00	0.0465	5/9/2016	1:00:00	0.0493	5/10/2016	1:00:00	0.0424
5/7/2016	2:00:00	0.0470	5/8/2016	2:00:00	0.0451	5/9/2016	2:00:00	0.0486	5/10/2016	2:00:00	0.0444
5/7/2016	3:00:00		5/8/2016	3:00:00	0.0477	5/9/2016	3:00:00	0.0478	5/10/2016	3:00:00	0.0446
5/7/2016	4:00:00		5/8/2016	4:00:00	0.0453	5/9/2016	4:00:00	0.0441	5/10/2016	4:00:00	0.0479
5/7/2016	5:00:00	0.0320	5/8/2016	5:00:00	0.0487	5/9/2016	5:00:00	0.0376	5/10/2016	5:00:00	0.0417
5/7/2016	6:00:00	0.0375	5/8/2016	6:00:00	0.0361	5/9/2016	6:00:00	0.0327	5/10/2016	6:00:00	0.0478
5/7/2016	7:00:00	0.0350	5/8/2016	7:00:00	0.0305	5/9/2016	7:00:00	0.0327	5/10/2016	7:00:00	0.0456
5/7/2016	8:00:00	0.0369	5/8/2016	8:00:00	0.0357	5/9/2016	8:00:00	0.0318	5/10/2016	8:00:00	0.0464
5/7/2016	9:00:00	0.0381	5/8/2016	9:00:00	0.0307	5/9/2016	9:00:00	0.0307	5/10/2016	9:00:00	0.0436
5/7/2016	10:00:00	0.0319	5/8/2016	10:00:00	0.0316	5/9/2016	10:00:00	0.0306	5/10/2016	10:00:00	0.0417
5/7/2016	11:00:00	0.0322	5/8/2016	11:00:00	0.0318	5/9/2016	11:00:00	0.0264	5/10/2016	11:00:00	0.0415
	caudal diario	0.0423		caudal diario	0.0382		caudal diario	0.0367		caudal diario	0.0420

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0488	48.78
0.0366	36.59
0.0351	35.06
0.0371	37.12
0.0357	35.74
0.0357	35.71
0.0360	35.95
0.0384	38.43
0.0393	39.27
0.0381	38.11
0.0401	40.11
0.0470	47.03
0.0493	49.33
0.0436	43.57
0.0463	46.26
0.0467	46.71
0.0458	45.78
0.0400	40.01
0.0385	38.54
0.0360	35.95
0.0377	37.66
0.0358	35.78
0.0339	33.93
0.0330	32.97

Aforo Punto3, Mayo

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
5/12/2016	15:00:00	0.081	5/13/2016	15:00:00	0.082	5/14/2016	15:00:00	0.077	5/15/2016	15:00:00	0.062
5/12/2016	16:00:00	0.081	5/13/2016	16:00:00	0.080	5/14/2016	16:00:00	0.074	5/15/2016	16:00:00	0.061
5/12/2016	17:00:00	0.077	5/13/2016	17:00:00	0.079	5/14/2016	17:00:00	0.074	5/15/2016	17:00:00	0.064
5/12/2016	18:00:00	0.073	5/13/2016	18:00:00	0.080	5/14/2016	18:00:00	0.071	5/15/2016	18:00:00	0.061
5/12/2016	19:00:00	0.077	5/13/2016	19:00:00	0.082	5/14/2016	19:00:00	0.072	5/15/2016	19:00:00	0.065
5/12/2016	20:00:00	0.073	5/13/2016	20:00:00	0.078	5/14/2016	20:00:00	0.068	5/15/2016	20:00:00	0.066
5/12/2016	21:00:00	0.071	5/13/2016	21:00:00	0.078	5/14/2016	21:00:00	0.066	5/15/2016	21:00:00	0.068
5/12/2016	22:00:00	0.067	5/13/2016	22:00:00	0.076	5/14/2016	22:00:00	0.068	5/15/2016	22:00:00	0.065
5/12/2016	23:00:00	0.060	5/13/2016	23:00:00	0.072	5/14/2016	23:00:00	0.066	5/15/2016	23:00:00	0.059
5/13/2016	0:00:00	0.060	5/14/2016	0:00:00	0.067	5/15/2016	0:00:00	0.065	5/16/2016	0:00:00	0.062
5/13/2016	1:00:00	0.058	5/14/2016	1:00:00	0.069	5/15/2016	1:00:00	0.065	5/16/2016	1:00:00	0.059
5/13/2016	2:00:00	0.055	5/14/2016	2:00:00	0.069	5/15/2016	2:00:00	0.064	5/16/2016	2:00:00	0.061
5/13/2016	3:00:00	0.054	5/14/2016	3:00:00	0.065	5/15/2016	3:00:00	0.063	5/16/2016	3:00:00	0.061
5/13/2016	4:00:00	0.058	5/14/2016	4:00:00	0.066	5/15/2016	4:00:00	0.065	5/16/2016	4:00:00	0.061
5/13/2016	5:00:00	0.065	5/14/2016	5:00:00	0.068	5/15/2016	5:00:00	0.066	5/16/2016	5:00:00	0.065
5/13/2016	6:00:00	0.074	5/14/2016	6:00:00	0.077	5/15/2016	6:00:00	0.069	5/16/2016	6:00:00	0.073
5/13/2016	7:00:00	0.078	5/14/2016	7:00:00	0.089	5/15/2016	7:00:00	0.079	5/16/2016	7:00:00	0.073
5/13/2016	8:00:00	0.077	5/14/2016	8:00:00	0.098	5/15/2016	8:00:00	0.084	5/16/2016	8:00:00	0.074
5/13/2016	9:00:00	0.077	5/14/2016	9:00:00	0.101	5/15/2016	9:00:00	0.087	5/16/2016	9:00:00	0.074
5/13/2016	10:00:00	0.079	5/14/2016	10:00:00	0.100	5/15/2016	10:00:00	0.086	5/16/2016	10:00:00	0.079
5/13/2016	11:00:00	0.080	5/14/2016	11:00:00	0.097	5/15/2016	11:00:00	0.082	5/16/2016	11:00:00	0.096
5/13/2016	12:00:00	0.086	5/14/2016	12:00:00	0.095	5/15/2016	12:00:00	0.077	5/16/2016	12:00:00	0.086
5/13/2016	13:00:00	0.082	5/14/2016	13:00:00	0.082	5/15/2016	13:00:00	0.072	5/16/2016	13:00:00	0.086
5/13/2016	14:00:00	0.080	5/14/2016	14:00:00	0.077	5/15/2016	14:00:00	0.063	5/16/2016	14:00:00	0.080
	caudal diario	0.0718		caudal diario	0.0803		caudal diario	0.0718		caudal diario	0.0692

DÍA 5			DÍA 6		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
5/16/2016	15:00:00	0.083	5/17/2016	15:00:00	0.077
5/16/2016	16:00:00	0.082	5/17/2016	16:00:00	0.083
5/16/2016	17:00:00	0.079	5/17/2016	17:00:00	0.091
5/16/2016	18:00:00	0.081	5/17/2016	18:00:00	0.085
5/16/2016	19:00:00	0.081	5/17/2016	19:00:00	0.080
5/16/2016	20:00:00	0.084	5/17/2016	20:00:00	0.085
5/16/2016	21:00:00	0.082	5/17/2016	21:00:00	0.084
5/16/2016	22:00:00	0.081	5/17/2016	22:00:00	0.078
5/16/2016	23:00:00	0.083	5/17/2016	23:00:00	0.081
5/17/2016	0:00:00	0.081	5/18/2016	0:00:00	0.076
5/17/2016	1:00:00	0.080	5/18/2016	1:00:00	0.076
5/17/2016	2:00:00	0.080	5/18/2016	2:00:00	0.076
5/17/2016	3:00:00	0.079	5/18/2016	3:00:00	0.080
5/17/2016	4:00:00	0.081	5/18/2016	4:00:00	0.077
5/17/2016	5:00:00	0.084	5/18/2016	5:00:00	0.079
5/17/2016	6:00:00	0.086	5/18/2016	6:00:00	0.086
5/17/2016	7:00:00	0.086	5/18/2016	7:00:00	0.090
5/17/2016	8:00:00	0.084	5/18/2016	8:00:00	0.089
5/17/2016	9:00:00	0.082	5/18/2016	9:00:00	0.089
5/17/2016	10:00:00	0.084	5/18/2016	10:00:00	0.089
5/17/2016	11:00:00	0.079	5/18/2016	11:00:00	0.089
5/17/2016	12:00:00	0.079	5/18/2016	12:00:00	0.082
5/17/2016	13:00:00	0.076			
5/17/2016	14:00:00	0.077			
	caudal diario	0.0814		caudal diario	0.0828

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.077	77.099
0.077	76.836
0.077	77.305
0.075	75.294
0.076	76.099
0.076	75.590
0.075	74.700
0.073	72.599
0.070	70.095
0.069	68.595
0.068	67.981
0.068	67.578
0.067	66.989
0.068	68.009
0.071	71.323
0.078	77.735
0.082	82.476
0.084	84.160
0.085	84.911
0.086	85.952
0.087	87.005
0.084	84.197
0.080	79.525
0.075	75.167

Aforos Junio 2016

Aforo Punto1, Junio

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
6/8/2016	9:00:00	0.00682	6/9/2016	9:00:00	0.00732	6/10/2016	9:00:00	0.00711
6/8/2016	10:00:00	0.00647	6/9/2016	10:00:00	0.00742	6/10/2016	10:00:00	0.00745
6/8/2016	11:00:00	0.00702	6/9/2016	11:00:00	0.00697	6/10/2016	11:00:00	0.00720
6/8/2016	12:00:00	0.00712	6/9/2016	12:00:00	0.00695	6/10/2016	12:00:00	0.00578
6/8/2016	13:00:00	0.00670	6/9/2016	13:00:00	0.00628	6/10/2016	13:00:00	0.00657
6/8/2016	14:00:00	0.00697	6/9/2016	14:00:00	0.00707	6/10/2016	14:00:00	0.00656
6/8/2016	15:00:00	0.00679	6/9/2016	15:00:00	0.00664	6/10/2016	15:00:00	0.00622
6/8/2016	16:00:00	0.00632	6/9/2016	16:00:00	0.00620	6/10/2016	16:00:00	0.00592
6/8/2016	17:00:00	0.00637	6/9/2016	17:00:00	0.00597	6/10/2016	17:00:00	0.00603
6/8/2016	18:00:00	0.00651	6/9/2016	18:00:00	0.00608	6/10/2016	18:00:00	0.00587
6/8/2016	19:00:00	0.00643	6/9/2016	19:00:00	0.00553	6/10/2016	19:00:00	0.00508
6/8/2016	20:00:00	0.00641	6/9/2016	20:00:00	0.00623	6/10/2016	20:00:00	0.00440
6/8/2016	21:00:00	0.00593	6/9/2016	21:00:00	0.00554	6/10/2016	21:00:00	0.00447
6/8/2016	22:00:00	0.00512	6/9/2016	22:00:00	0.00524	6/10/2016	22:00:00	0.00452
6/8/2016	23:00:00	0.00438	6/9/2016	23:00:00	0.00448	6/10/2016	23:00:00	0.00415
6/9/2016	0:00:00	0.00405	6/10/2016	0:00:00	0.00384	6/11/2016	0:00:00	0.00441
6/9/2016	1:00:00	0.00417	6/10/2016	1:00:00	0.00393	6/11/2016	1:00:00	0.00427
6/9/2016	2:00:00	0.00433	6/10/2016	2:00:00	0.00408	6/11/2016	2:00:00	0.00428
6/9/2016	3:00:00	0.00400	6/10/2016	3:00:00	0.00424	6/11/2016	3:00:00	0.00412
6/9/2016	4:00:00	0.00440	6/10/2016	4:00:00	0.00423	6/11/2016	4:00:00	0.00434
6/9/2016	5:00:00	0.00608	6/10/2016	5:00:00	0.00663	6/11/2016	5:00:00	0.00488
6/9/2016	6:00:00	0.00752	6/10/2016	6:00:00	0.00698	6/11/2016	6:00:00	0.00609
6/9/2016	7:00:00	0.00702	6/10/2016	7:00:00	0.00681	6/11/2016	7:00:00	0.00826
6/9/2016	8:00:00	0.00705	6/10/2016	8:00:00	0.00673	6/11/2016	8:00:00	0.00841
	caudal diario	0.0060		caudal diario	0.0059		caudal diario	0.0057

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.00708	7.084
0.00711	7.111
0.00706	7.061
0.00662	6.618
0.00652	6.517
0.00686	6.865
0.00655	6.549
0.00615	6.147
0.00612	6.124
0.00615	6.153
0.00568	5.681
0.00568	5.680
0.00531	5.314
0.00496	4.957
0.00434	4.338
0.00410	4.102
0.00412	4.124
0.00423	4.232
0.00412	4.118
0.00432	4.324
0.00586	5.864
0.00686	6.862
0.00736	7.361
0.00740	7.395

Aforo Punto2, Junio

DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
6/22/2016	13:00:00	0.0383	6/23/2016	13:00:00	0.0388	6/24/2016	13:00:00	0.0436	6/27/2016	13:00:00	0.0379
6/22/2016	14:00:00	0.0372	6/23/2016	14:00:00	0.0390	6/24/2016	14:00:00	0.0403	6/27/2016	14:00:00	0.0356
6/22/2016	15:00:00	0.0406	6/23/2016	15:00:00	0.0321	6/24/2016	15:00:00	0.0270	6/27/2016	15:00:00	0.0400
6/22/2016	16:00:00	0.0386	6/23/2016	16:00:00	0.0379	6/24/2016	16:00:00	0.0412	6/27/2016	16:00:00	0.0427
6/22/2016	17:00:00	0.0377	6/23/2016	17:00:00	0.0391	6/24/2016	17:00:00	0.0465	6/27/2016	17:00:00	0.0424
6/22/2016	18:00:00	0.0400	6/23/2016	18:00:00	0.0312	6/24/2016	18:00:00	0.0444	6/27/2016	18:00:00	0.0422
6/22/2016	19:00:00	0.0417	6/23/2016	19:00:00	0.0329	6/24/2016	19:00:00	0.0355	6/27/2016	19:00:00	0.0447
6/22/2016	20:00:00	0.0448	6/23/2016	20:00:00	0.0302	6/24/2016	20:00:00	0.0434	6/27/2016	20:00:00	0.0420
6/22/2016	21:00:00	0.0542	6/23/2016	21:00:00	0.0335	6/24/2016	21:00:00	0.0410	6/27/2016	21:00:00	0.0394
6/22/2016	22:00:00	0.0419	6/23/2016	22:00:00	0.0404	6/24/2016	22:00:00	0.0350	6/27/2016	22:00:00	0.0433
6/22/2016	23:00:00	0.0358	6/23/2016	23:00:00	0.0371	6/24/2016	23:00:00	0.0365	6/27/2016	23:00:00	0.0407
6/23/2016	0:00:00	0.0367	6/24/2016	0:00:00	0.0361	6/25/2016	0:00:00	0.0378	6/28/2016	0:00:00	0.0457
6/23/2016	1:00:00	0.0353	6/24/2016	1:00:00	0.0343	6/25/2016	1:00:00	0.0403	6/28/2016	1:00:00	0.0439
6/23/2016	2:00:00	0.0358	6/24/2016	2:00:00	0.0335	6/25/2016	2:00:00	0.0401	6/28/2016	2:00:00	0.0472
6/23/2016	3:00:00	0.0369	6/24/2016	3:00:00	0.0343	6/25/2016	3:00:00	0.0413	6/28/2016	3:00:00	0.0446
6/23/2016	4:00:00	0.0351	6/24/2016	4:00:00	0.0383	6/25/2016	4:00:00	0.0365	6/28/2016	4:00:00	0.0478
6/23/2016	5:00:00	0.0422	6/24/2016	5:00:00	0.0351	6/25/2016	5:00:00	0.0382	6/28/2016	5:00:00	0.0468
6/23/2016	6:00:00	0.0366	6/24/2016	6:00:00	0.0476	6/25/2016	6:00:00	0.0317	6/28/2016	6:00:00	0.0392
6/23/2016	7:00:00	0.0370	6/24/2016	7:00:00	0.0472	6/25/2016	7:00:00	0.0289	6/28/2016	7:00:00	0.0367
6/23/2016	8:00:00	0.0354	6/24/2016	8:00:00	0.0469	6/25/2016	8:00:00	0.0325	6/28/2016	8:00:00	0.0382
6/23/2016	9:00:00	0.0344	6/24/2016	9:00:00	0.0461				6/28/2016	9:00:00	0.0380
6/23/2016	10:00:00	0.0340	6/24/2016	10:00:00	0.0392				6/28/2016	10:00:00	0.0373
6/23/2016	11:00:00	0.0383	6/24/2016	11:00:00	0.0343				6/28/2016	11:00:00	0.0393
6/23/2016	12:00:00	0.0360	6/24/2016	12:00:00	0.0390				6/28/2016	12:00:00	0.0381
	caudal diario	0.0385		caudal diario	0.0377		caudal diario	0.0381		caudal diario	0.0414

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.0396	39.640
0.0380	38.027
0.0349	34.935
0.0401	40.077
0.0414	41.427
0.0395	39.468
0.0387	38.687
0.0401	40.103
0.0420	42.012
0.0401	40.148
0.0375	37.496
0.0391	39.076
0.0385	38.461
0.0391	39.139
0.0393	39.268
0.0394	39.437
0.0405	40.541
0.0388	38.809
0.0374	37.444
0.0383	38.258
0.0395	39.468
0.0368	36.825
0.0373	37.260
0.0377	37.662

Aforo Punto3, Junio

DIA 1			DIA 2			DIA 3		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
6/15/2016	9:00:00		6/16/2016	9:00:00	0.0827	6/17/2016	9:00:00	0.0750
6/15/2016	10:00:00		6/16/2016	10:00:00	0.0758	6/17/2016	10:00:00	0.0736
6/15/2016	11:00:00		6/16/2016	11:00:00	0.0763	6/17/2016	11:00:00	0.0736
6/15/2016	12:00:00		6/16/2016	12:00:00	0.0714	6/17/2016	12:00:00	0.0681
6/15/2016	13:00:00		6/16/2016	13:00:00	0.0653	6/17/2016	13:00:00	0.0646
6/15/2016	14:00:00		6/16/2016	14:00:00	0.0649	6/17/2016	14:00:00	0.0658
6/15/2016	15:30:00	0.0706	6/16/2016	15:00:00	0.0644	6/17/2016	15:00:00	0.0645
6/15/2016	16:00:00	0.0752	6/16/2016	16:00:00	0.0642	6/17/2016	16:00:00	0.0613
6/15/2016	17:00:00	0.0749	6/16/2016	17:00:00	0.0638	6/17/2016	17:00:00	0.0626
6/15/2016	18:00:00	0.0776	6/16/2016	18:00:00	0.0652	6/17/2016	18:00:00	0.0651
6/15/2016	19:00:00	0.0767	6/16/2016	19:00:00	0.0676	6/17/2016	19:00:00	0.0653
6/15/2016	20:00:00	0.0778	6/16/2016	20:00:00	0.0682	6/17/2016	20:00:00	0.0642
6/15/2016	21:00:00	0.0759	6/16/2016	21:00:00	0.0631	6/17/2016	21:00:00	0.0617
6/15/2016	22:00:00	0.0748	6/16/2016	22:00:00	0.0599	6/17/2016	22:00:00	0.0579
6/15/2016	23:00:00	0.0699	6/16/2016	23:00:00	0.0569	6/17/2016	23:00:00	0.0535
6/16/2016	0:00:00	0.0620	6/16/2016	0:00:00	0.0491	6/18/2016	0:00:00	0.0486
6/16/2016	1:00:00	0.0599	6/17/2016	1:00:00	0.0502	6/18/2016	1:00:00	0.0483
6/16/2016	2:00:00	0.0611	6/17/2016	2:00:00	0.0478	6/18/2016	2:00:00	0.0471
6/16/2016	3:00:00	0.0609	6/17/2016	3:00:00	0.0505	6/18/2016	3:00:00	0.0465
6/16/2016	4:00:00	0.0646	6/17/2016	4:00:00	0.0515	6/18/2016	4:00:00	0.0469
6/16/2016	5:00:00	0.0752	6/17/2016	5:00:00	0.0643	6/18/2016	5:00:00	0.0551
6/16/2016	6:00:00	0.0829	6/17/2016	6:00:00	0.0750	6/18/2016	6:00:00	0.0636
6/16/2016	7:00:00	0.0835	6/17/2016	7:00:00	0.0748	6/18/2016	7:00:00	0.0711
6/16/2016	8:00:00	0.0856	6/17/2016	8:00:00	0.0773	6/18/2016	8:00:00	0.0777
	CAUDAL DIARIO	0.0727		CAUDAL DIARIO	0.0646		CAUDAL DIARIO	0.0617

DIA 4			DIA 5			DIA 6		
Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario	Fecha	Hora	Caudal Horario
6/18/2016	9:00:00	0.0810	6/19/2016	9:00:00	0.0712	6/20/2016	9:00:00	0.0652
6/18/2016	10:00:00	0.0814	6/19/2016	10:00:00	0.0751	6/20/2016	10:00:00	0.0648
6/18/2016	11:00:00	0.0797	6/19/2016	11:00:00	0.0755	6/20/2016	11:00:00	0.0641
6/18/2016	12:00:00	0.0749	6/19/2016	12:00:00	0.0718	6/20/2016	12:00:00	0.0577
6/18/2016	13:00:00	0.0760	6/19/2016	13:00:00	0.0669	6/20/2016	13:00:00	0.0573
6/18/2016	14:00:00	0.0695	6/19/2016	14:00:00	0.0636	6/20/2016	14:00:00	0.0647
6/18/2016	15:00:00	0.0708	6/19/2016	15:00:00	0.0604	6/20/2016	15:00:00	0.1170
6/18/2016	16:00:00	0.0681	6/19/2016	16:00:00	0.0626	6/20/2016	16:00:00	0.0814
6/18/2016	17:00:00	0.0679	6/19/2016	17:00:00	0.0614	6/20/2016	17:00:00	0.0781
6/18/2016	18:00:00	0.0661	6/19/2016	18:00:00	0.0620	6/20/2016	18:00:00	0.0780
6/18/2016	19:00:00	0.0661	6/19/2016	19:00:00	0.0614	6/20/2016	19:00:00	0.0786
6/18/2016	20:00:00	0.0613	6/19/2016	20:00:00	0.0649	6/20/2016	20:00:00	0.0784
6/18/2016	21:00:00	0.0607	6/19/2016	21:00:00	0.0609	6/20/2016	21:00:00	0.0763
6/18/2016	22:00:00	0.0535	6/19/2016	22:00:00	0.0551	6/20/2016	22:00:00	0.0733
6/18/2016	23:00:00	0.0511	6/19/2016	23:00:00	0.0511	6/20/2016	23:00:00	0.0692
6/18/2016	0:00:00	0.0456	6/19/2016	0:00:00	0.0456	6/20/2016	0:00:00	0.0642
6/19/2016	1:00:00	0.0461	6/20/2016	1:00:00	0.0433	6/21/2016	1:00:00	0.0601
6/19/2016	2:00:00	0.0460	6/20/2016	2:00:00	0.0441	6/21/2016	2:00:00	0.0592
6/19/2016	3:00:00	0.0478	6/20/2016	3:00:00	0.0426	6/21/2016	3:00:00	0.0598
6/19/2016	4:00:00	0.0450	6/20/2016	4:00:00	0.0469	6/21/2016	4:00:00	0.0611
6/19/2016	5:00:00	0.0468	6/20/2016	5:00:00	0.0560	6/21/2016	5:00:00	0.0706
6/19/2016	6:00:00	0.0524	6/20/2016	6:00:00	0.0636	6/21/2016	6:00:00	0.0791
6/19/2016	7:00:00	0.0650	6/20/2016	7:00:00	0.0641	6/21/2016	7:00:00	0.0831
6/19/2016	8:00:00	0.0705	6/20/2016	8:00:00	0.0649	6/21/2016	8:00:00	0.0833
	CAUDAL DIARIO	0.0622		CAUDAL DIARIO	0.0598		CAUDAL DIARIO	0.0719

Caudal Campaña m3/s	Caudal Campaña l/s
0.07503	75.034
0.07415	74.148
0.07386	73.856
0.06878	68.776
0.06603	66.028
0.06571	65.710
0.07462	74.623
0.06882	68.818
0.06811	68.110
0.06900	69.002
0.06930	69.297
0.06913	69.128
0.06642	66.423
0.06242	62.425
0.05863	58.631
0.05252	52.519
0.05132	51.316
0.05088	50.881
0.05135	51.348
0.05267	52.675
0.06135	61.354
0.06944	69.442
0.07357	73.566
0.07656	76.559

Anexo 5. Estación pluviométrica M0003-Izobamba

ESTACION: M0003 IZOBAMBA				ENERO / 2016		
--PRECIPITACION (mm)--						
DIA	7	mm/h	13	mm/h	19	mm/h
1		0.0	0	0.0	0	0.0
2	11.5	1.9	0	0.0	15.8	2.6
3	2.3	0.4	0	0.0	0.3	0.1
4	0.1	0.0	0	0.0	0	0.0
5	7	1.2	0.2	0.0	0.1	0.0
6	0	0.0	0	0.0	2	0.3
7	2.1	0.4	0	0.0	0	0.0
8	0	0.0	0	0.0	0.8	0.1
9	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10	12.9	2.2	0	0.0	2	0.3
11	8.1	1.4	0	0.0	0	0.0
12	0.8	0.1	0	0.0	0	0.0
13	4.5	0.8	0.2	0.0	13	2.2
14	3.1	0.5	0	0.0	6.1	1.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0.8	0.1
17	0	0.0	0	0.0	0	0.0
18	0	0.0	0	0.0	0	0.0
19	0	0.0	0	0.0	2.5	0.4
20	6.3	1.1	0	0.0	0.8	0.1
21	0	0.0	0	0.0	8	1.3
22	0	0.0	0	0.0	0	0.0
23	0	0.0	0	0.0	8.4	1.4
24	0.3	0.1	0	0.0	0	0.0
25	12.7	2.1	0.5	0.1	0.6	0.1
26	0.2	0.0	0	0.0	0	0.0
27	0	0.0	0	0.0	0	0.0
28	0	0.0	0	0.0	0	0.0
29	0	0.0	0	0.0	14.1	2.4
30	2.2	0.4	9.5	1.6	2.7	0.5
31	0.8	0.1	0	0.0	2.2	0.4

Nota: Fuente: INAMHI

ESTACION: M0003 IZOBAMBA				FEBRERO / 2016		
--PRECIPITACION (mm)--						
DIA	7	mm/h	13	mm/h	19	mm/h
1		0.0	0	0.0	0	0.0
2	0	0.0	0	0.0	0.6	0.1
3	0.6	0.1	0	0.0	25.1	4.2
4	0	0.0	0	0.0	5.2	0.9
5	0.2	0.0	0	0.0	0	0.0
6	2.9	0.5	0	0.0	0	0.0
7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
8	0	0.0	0.6	0.1	T	#¡VALOR!
9	3.5	0.6	0.1	0.0	0	0.0
10	0.1	0.0	T	#¡VALOR!	0	0.0
11	0	0.0	0	0.0	0	0.0
12	0	0.0	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0	0	0.0
14	0	0.0	0	0.0	0	0.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0	0.0
17	0	0.0	0	0.0	5.5	0.9
18	0	0.0	0	0.0	0.3	0.1
19	0	0.0	0	0.0	0	0.0
20	0	0.0	0	0.0	0	0.0
21	0	0.0	0	0.0	3.9	0.7
22	1	0.2	0	0.0	1.2	0.2
23	3	0.5	0	0.0	3.9	0.7
24	1.6	0.3	0	0.0	1.6	0.3
25	0.2	0.0	0	0.0	0.8	0.1
26	9.3	1.6	0	0.0	9	1.5
27	0.9	0.2	0	0.0	4	0.7
28	0	0.0	0.1	0.0	1	0.2
29	5.9	1.0	0	0.0	8.5	1.4

Nota: Fuente: INAMHI

ESTACION: M0003 IZOBAMBA				MARZO / 2016		
--PRECIPITACION (mm)--						
DIA	7	mm/h	13	mm/h	19	mm/h
1		0.0	0	0.0	0	0.0
2	5.5	0.9	0	0.0	0	0.0
3	8.2	1.4	0.8	0.1	6.9	1.2
4	0.2	0.0	0.7	0.1	3.1	0.5
5	14.7	2.5	0	0.0	5.5	0.9
6	1	0.2	0	0.0	8.8	1.5
7	35.8	6.0	0.2	0.0	1.8	0.3
8	0	0.0	0	0.0	0.1	0.0
9	0	0.0	0	0.0	3	0.5
10	0	0.0	0	0.0	35.3	5.9
11	7.5	1.3	0	0.0	6.5	1.1
12	8.9	1.5	0	0.0	3.6	0.6
13	0.4	0.1	0	0.0	0.7	0.1
14	9	1.5	0	0.0	0.2	0.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0	0.0
17	0.5	0.1	0.4	0.1	0	0.0
18	0	0.0	0	0.0	3.2	0.5
19	3.4	0.6	0	0.0	0	0.0
20	2.8	0.5	0	0.0	0	0.0
21	0	0.0	0	0.0	0.1	0.0
22	0	0.0	0	0.0	0	0.0
23	0	0.0	0	0.0	0	0.0
24	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	0	0.0	0	0.0	0	0.0
26	0	0.0	0	0.0	0.1	0.0
27	0	0.0	0	0.0	0	0.0
28	0	0.0	0	0.0	0.8	0.1
29	0.3	0.1	0	0.0	0	0.0
30	1.3	0.2	0	0.0	3.6	0.6
31	0	0.0	0	0.0	0.3	0.1

Nota: Fuente: INAMHI

ESTACION: M0003 IZOBAMBA				MAYO / 2016		
--PRECIPITACION (mm)--						
DIA	7	mm/h	13	mm/h	19	mm/h
1		0.0	0.2	0.0	1.8	0.3
2	2.7	0.5	0	0.0	0.5	0.1
3	1.5	0.3	0	0.0	0.2	0.0
4	0	0.0	0	0.0	2.7	0.5
5	0	0.0	0	0.0	13.4	2.2
6	0.1	0.0	0	0.0	0.6	0.1
7	9.4	1.6	0	0.0	3.8	0.6
8	0	0.0	0	0.0	0.5	0.1
9	2.7	0.5	0	0.0	20	3.3
10	9.4	1.6	0	0.0	2.1	0.4
11	1.7	0.3	0	0.0	24.5	4.1
12	0	0.0	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0	0	0.0
14	0	0.0	0	0.0	0	0.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0.6	0.1
17	0	0.0	0	0.0	0	0.0
18	0.1	0.0	0	0.0	0	0.0
19	0	0.0	0	0.0	0	0.0
20	0	0.0	0	0.0	0.5	0.1
21	0	0.0	0	0.0	0	0.0
22	0	0.0	0	0.0	0	0.0
23	0	0.0	0	0.0	0	0.0
24	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	0	0.0	0	0.0	3.8	0.6
26	0.1	0.0	0	0.0	0	0.0
27	0	0.0	0	0.0	2	0.3
28	0	0.0	0	0.0	4.9	0.8
29	0.4	0.1	2.4	0.4	7.7	1.3
30	0.3	0.1	0	0.0	2.3	0.4
31	0	0.0	0	0.0	7	1.2
1	1.5	0.3		0.0		0.0

Nota: Fuente: INAMHI

ESTACION: M0003 IZOBAMBA				JUNIO / 2016		
--PRECIPITACION (mm)--						
DIA	7	mm/h	13	mm/h	19	mm/h
1		0.00	0	0.00	3.1	0.52
2	0	0.00	2.6	0.43	8	1.33
3	1.4	0.23	0.6	0.10	0.1	0.02
4	0	0.00	0.1	0.02	0	0.00
5	0	0.00	0	0.00	0.2	0.03
6	7.1	1.18	T	#¡VALOR!	T	#¡VALOR!
7	T	#¡VALOR!	0	0.0	5.3	0.9
8	3.3	0.6	0.3	0.1	0	0.0
9	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10	0	0.0	0	0.0	0	0.0
11	0	0.0	0	0.0	0	0.0
12	0	0.0	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0	3.1	0.5
14	0	0.0	0	0.0	0	0.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0	0.0
17	0	0.0	0	0.0	0	0.0
18	0	0.0	0	0.0	0	0.0
19	0	0.0	0	0.0	0.6	0.1
20	0	0.0	0	0.0	0	0.0
21	0.2	0.0	0	0.0	0	0.0
22	0	0.0	0	0.0	0	0.0
23	0	0.0	0	0.0	0.2	0.0
24	0	0.0	0	0.0	6.5	1.1
25	0.6	0.1	0	0.0	1	0.2
26	0	0.0	0	0.0	0	0.0
27	0	0.0	0	0.0	0	0.0
28	0	0.0	0	0.0	0	0.0
29	0	0.0	0	0.0	0	0.0
30	0	0.0	0	0.00	0	0.0

Nota: Fuente: INAMHI

Anexo 6. Parámetros de diseño PTAR de Quitumbe

Parametros de diseño Planta de Tratamiento de Aguas Residuales QUITUMBE

1. Caudal de Diseño:

Para el diseño de la Planta de Tratamiento Aguas Residuales de Quitumbe, se adoptaron los parámetros de área y población de servicio esperados en el año 2020, con objeto de asegurar la disponibilidad de caudales a depurarse. Caudales mayores que se generarán en los años siguientes serán transportados a través del sistema de interceptores a la planta de tratamiento de Vindobona.

Los parámetros básicos adoptados para el diseño (correspondientes a la proyección al año 2020) son:

- Población servida: $P= 55.047$ Habitantes
- Area de servicio: $A= 290.7$ Ha
- Dotación neta de agua potable para consumo: $d_i= 179$ l/(Hab*día)
- Factor de retorno del agua de abastecimiento al sistema de alcantarillado: $\alpha = 0.70$
- Tasa de infiltración adoptada: $i= 0.10$ l/(s*Ha)
- Factor de mayoración adoptado para el cálculo del caudal máximo horario: $k= 3$

Con estos parámetros, resultan los siguientes caudales de diseño:

Caudales de Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Quitumbe

Caudal de Diseño	Unidad	Valor
Caudal promedio diario en temporada seca $Q_{med\ seco}$ (Adoptado para diseño de los procesos de tratamiento principales)	m ³ /d	9.409
	m ³ /h	392
	l/s	108,9
Caudal máximo diario en temporada seca, $Q_{max\ seco}$ (adoptado para diseño de los procesos de tratamiento preliminares)	m ³ /d	28.227
	m ³ /h	1.176
	l/s	326,7
Caudal mínimo en entrada a la planta (75% $Q_{med.}$)	m ³ /h	294
	l/s	81,7

2. Tratamiento de las Aguas Residuales a ser utilizado en la Planta Quitumbe

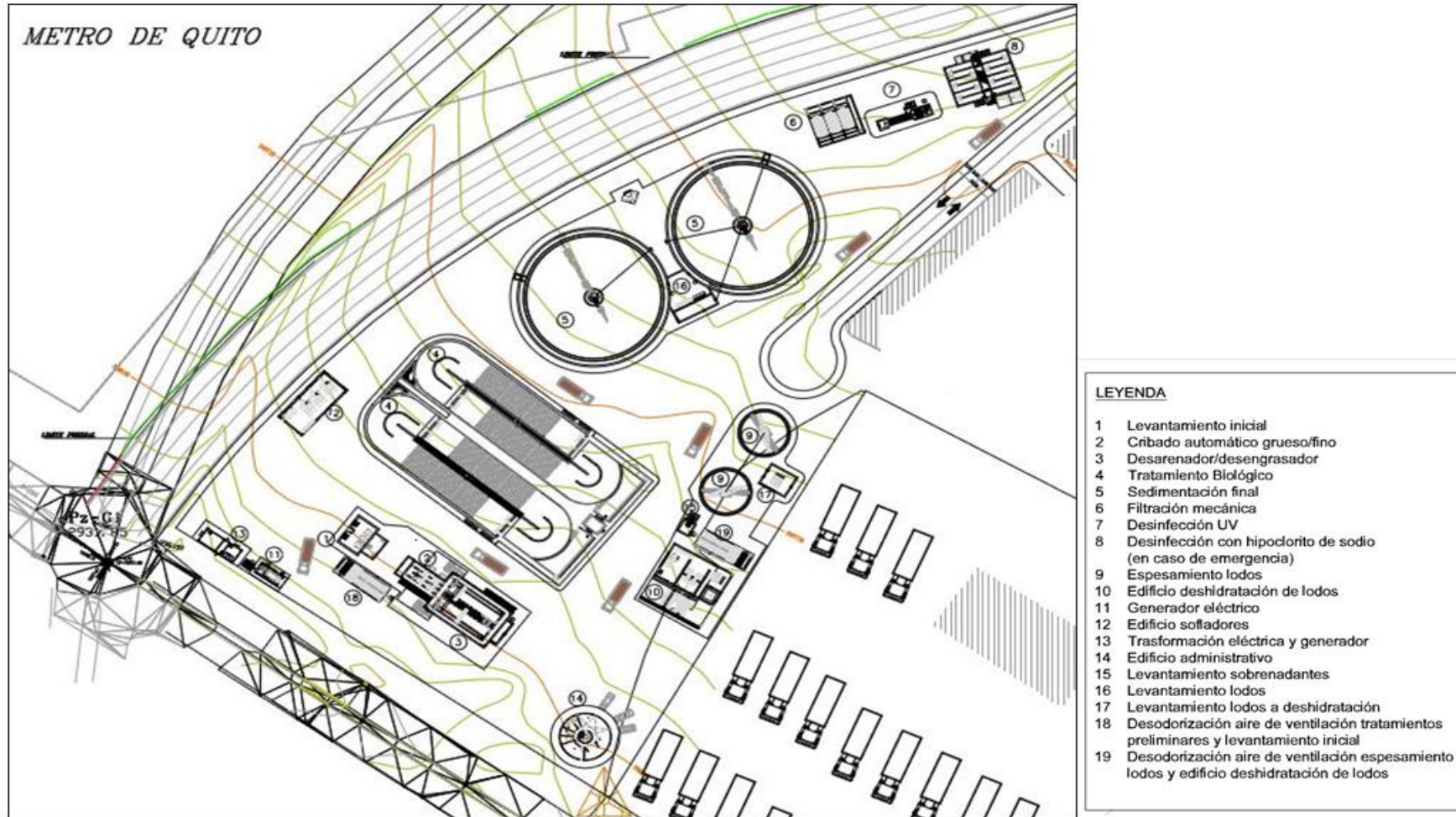


Figura 1: Planimetría de las secciones de tratamiento de la planta de Quitumbe

Anexo 7. Evidencia de actividad agrícola en Zona 1





Anexo 8. Mapa detalle zonas de aporte