

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS  
APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA  
GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS  
APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA  
LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.”**

Realizado por:

**JORGE ALEJANDRO FEJOO GALLO**

Director del proyecto:

**Dr. Miguel Martínez-Fresneda, Ph.D.**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Quito, 24 de julio de 2019

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, JORGE ALEJANDRO FEIJOO GALLO, con cédula de identidad # 171655986-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA

171655986-7

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

**DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.”**

Realizado por:

**JORGE ALEJANDRO FEJOO GALLO**

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

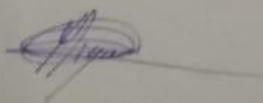
Ha sido dirigido por el profesor

**MIGUEL MARTÍNEZ-FRESNEDA.**

y por la co-directora

**TERESA MUÑOZ**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

**CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.**

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

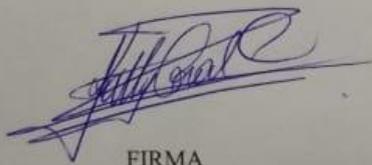
**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

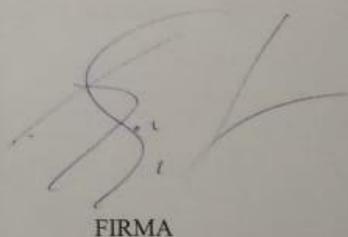
**KATTY CORAL**

**JOSE SALAZAR**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

**CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.**

Quito, 30 de julio de 2017

El presente Trabajo de Fin de Carrera ha sido realizado dentro del Programa de Investigación de la Universidad Internacional SEK denominado:

**BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES APLICADOS A LA GESTIÓN  
AMBIENTAL Y LA BIOTECNOLOGÍA**

Perteneciente a la Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales.

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

**DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres Jorge y Patricia, y a mi hermana Fernanda por todo el apoyo que he recibido de su parte para hacer posible este logro.

**CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.**

**AGRADECIMIENTO**

A mi familia por el apoyo incondicional,

A mis amigos David, Nicol, Juan Diego, Day, Carolina, Víctor, María José y Johanna

A Miguel Martínez-Fresneda por sus enseñanzas y apoyo para realizar este trabajo

A la empresa EPMAPS del Distrito Metropolitano de Quito

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

Para someter a:

To be submitted:

**Caracterización de los tipos de flujo de las cuencas aportantes al sistema centro  
occidente del DMQ, para la gestión óptima del recurso hídrico.**

Jorge Feijó<sup>1</sup>, Miguel Martínez-Fresneda<sup>1</sup>, Teresa Muñoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito,

Ecuador. 02/08/2019 9:10:54

\*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Ph.D. Miguel Martínez-Fresneda,

Universidad Internacional SEK,

Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador.

Teléfono: 0958786432; email: [mestre.martinez@uisek.edu.ec](mailto:mestre.martinez@uisek.edu.ec)

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

## Resumen

El proyecto “Quimismo y protección del agua invisible del Distrito Metropolitano de Quito” busca profundizar y actualizar el conocimiento de las masas de agua subterránea del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), parte del objetivo fue realizar la categorización de los efluentes en la cuenca del sistema centro occidente “Abducción Pichincha”, del cual forman parte los sistemas Lloa y Pichincha, con un total aproximado de 35 efluentes aportantes, abarcando un área aproximada de 20 km<sup>2</sup>. Se realizó la medición de parámetros *in situ* y el muestreo de los puntos de agua, los cuales fueron analizados en laboratorio, efectuándose a posterior el análisis estadístico con los datos obtenidos.

Se establecieron relaciones iónicas entre sulfatos y cloruros para conocer el comportamiento del agua, los resultados obtenidos mantienen una relación directa con la geología del terreno. Se elaboraron mapas con el software *ArcGIS*, donde se ubicaron los efluentes identificados durante las campañas de muestreo, posteriormente se estableció una base de datos que contiene la caracterización de los efluentes, lo cual permitió conocer los tipos de aguas presentes en el sistema, esto facilitará el proceso de realizar el balance hídrico de los sistemas del DMQ por parte de la EPMAPS, aportando información sobre la presencia de aguas subterráneas, misma que será de utilidad en situaciones de emergencia.

## Palabras clave:

Hidrogeoquímica, iones, agua subterránea, geología.

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

## Abstract

The project "Quimism and protection of invisible water of the Metropolitan District of Quito" seeks to deepen and update the knowledge of groundwater bodies of the (DMQ), part of the objective will be to carry out the categorization of the effluents in the basin of the Western central system "Abducción Pichincha", in which the Lloa and Pichincha systems are part, with a total of approximately 35 contributing effluents, covering an area of approximately 20 km<sup>2</sup>. The measurement of parameters in situ and the sampling of the water points, which were analyzed in the laboratory, were performed and a statistical analysis was performed with the data obtained.

Ionic relationships were made between sulfates and chlorides to understand the behavior of water where the results obtained have a direct relationship with the geology of the land. Maps were prepared in the ArcGIS software where the effluents identified during the sampling campaigns were located and then a database containing the characterization of the effluents was established, which allowed to know the types of water this will facilitate in the process of carrying out the water balance of the DMQ systems by the company EPMAPS, and providing information on the presence of groundwater which will be useful in emergency situations.

## Keywords

Hydrogeochemistry, ions, groundwater, geology.

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

## Introducción

En Ecuador, existe una gran heterogeneidad de la distribución espacial de los caudales en las diferentes regiones geográficas del país, debido a las diversas condiciones físico-climáticas imperantes en el territorio, a su vez el grado de uso del agua subterránea en el país es bajo (Galárraga-Sánchez, n.d.).

En otros países, la utilización del agua subterránea tiene un valor estratégico al ser una fuente importante de suministro para la agricultura, la industria y para el uso doméstico, siendo superior al 70% en muchos países de Europa, entre ellos destaca casi el 100% en Dinamarca, en nuestro continente supera al 50% en los Estados Unidos. El riego con aguas subterráneas es superior al 50% en la mayoría de los estados del Oeste de EE.UU. En España se riegan con ellas un millón de hectáreas y suponen el orden del 20% del agua aplicada (Sahuquillo, n.d.).

Ecuador es un país rico en recursos hídricos, según el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2006), a nivel nacional la escorrentía media es de 432.000 hm<sup>3</sup> por año, con una escorrentía específica de 1600 mm/año, siendo un valor superior a la media mundial de 300 mm/año. La problemática relacionada con el recurso hídrico viene dada directamente con el uso que se le da al mismo, tanto para actividades productivas como domésticas; los tipos de uso se dividen en dos grupos, consuntivo y no consuntivo, donde el primer grupo corresponde al que el agua no regresa a la corriente superficial o subterránea inmediatamente después de ser usada, mientras que el uso no consuntivo es aquel que utiliza el agua y la regresa al entorno inmediatamente después de ser usada, aunque lo haga a veces con cambios en sus características físicas, químicas o biológicas (Colmex, 2003).

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

Desde el año 1942, Quito, una de las ciudades más pobladas del Ecuador, se ha visto obligada a taladrar pozos para suministrar agua a sus habitantes. En un inventario realizado por el Proyecto Acuífero de Quito, en 1985, se determinó la existencia de 178 puntos de agua, de los cuales 120 son pozos perforados, 49 vertientes y 9 pozos excavados; el 50% es empleado en suministro de agua potable, el 30%, en uso industrial y el 20%, en usos varios (Burbano, 2015).

Un balance hídrico viene dado por los efluentes que entran y salen del sistema, en una cuenca hidrográfica como es el caso de “Abducción Pichincha” las entradas estarían determinadas por las precipitaciones, escorrentías o infiltraciones procedentes de otras cuencas, y las salidas son la evaporación, escorrentías, infiltraciones, entre otros. Para entender el comportamiento de la cuenca es necesario saber los tipos de agua presentes en el mismo, ya sean superficiales, subterráneas o hipodérmicas, sin esta información no se obtendría un valor real sobre la cantidad de agua existente en el sistema, generando inconvenientes para establecer planes de gestión o planificación del recurso, y más en situaciones de emergencia, donde es necesario ubicar, caracterizar y gestionar de manera óptima otras fuentes para el abastecimiento de agua para la población.

El último balance hídrico disponible del país fue realizado en 1989 en el “Plan nacional de recursos hidráulicos del Ecuador”, el cual concluyó que a pesar de que las cifras globales son muy positivas, existen cuencas deficitarias que se concentran en dos áreas: la provincia de Manabí y al este y sur del Golfo de Guayaquil (CNRH, 2006).

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

En el balance hídrico realizado, se argumentó que el aporte de los caudales de aguas subterráneas podría compensar el déficit del recurso, pero la falta de información y de estudios en el tema de aguas subterráneas en el país generan inconvenientes para establecerlo.

No existe una necesidad de realizar estudios para aguas subterráneas en el país, ya que este no presenta un déficit de agua como se ha mencionado anteriormente, esto resalta en que las principales fuentes de agua para el abastecimiento de la población del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), son fuentes superficiales, las cuales tienen una mayor vulnerabilidad a ser contaminadas, ya sean por actividades antropogénicas o naturales.

Ecuador ha presentado eventos desastrosos ocasionados por fenómenos naturales que se han manifestado con gran magnitud, en el caso del terremoto ocurrido en abril de 2016 en la costa ecuatoriana, los efectos ambientales vinculados con el socioecosistema de cada población afectada, se materializaron en la destrucción masiva de viviendas, problemas de saneamiento y manejo de desechos a nivel local, con su consecuente contaminación de la calidad del aire, agua, suelo y paisaje (Dueñas, 2016).

Volcanes como el Guagua Pichincha y Cotopaxi presentan elevado peligro al momento de su erupción, por la generación de flujos de escombros y lodo (lahares); en el caso del Pichincha, estos pueden desarrollarse en las laderas occidentales, por la movilización de la ceniza con precipitaciones que acompañan a la erupción o posteriores a ella y, por flujos torrenciales en las quebradas. En la ciudad de Quito, más de 2.000 Has, es decir más del 10% de su superficie, están expuestas a ello (Medina, 2015).

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

La exposición de las aguas superficiales presenta un alto riesgo de ser contaminadas tanto por actividades antropogénicas o naturales que desaten una emergencia, generando problemas en el abastecimiento de agua potable para la población de Quito, por este motivo es importante conocer y profundizar los conocimientos sobre fuentes alternas como las aguas subterráneas.

El sistema centro occidente del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) no cuenta con una caracterización de los efluentes pertenecientes al subsistema “Aducción Pichincha”, lo que genera inconvenientes para establecer un dato real sobre la cantidad de agua presente en el mismo. La presente investigación pretendió conocer la procedencia de los efluentes que corresponden al subsistema, para realizar una caracterización entre aguas superficiales, subterráneas e hipodérmicas o sub superficiales, contribuyendo con el mejoramiento del balance hídrico de la zona.

*Es preocupante la actual situación de los recursos hídricos de Ecuador. La disminución en la disponibilidad de los recursos hídricos, debido a la pérdida y degradación de fuentes, los altos índices de contaminación, la caótica, dispersa y muchas veces inexistente administración, son aspectos que configuran parte de la situación en torno al agua (Lloret, 2009).*

La mala administración, la falta de conocimiento y una cultura pobre son los detonantes principales para un mal manejo de los recursos hídricos en el país, si bien en ciertos sectores estratégicos, el aprovechamiento del agua es óptimo como en la generación de energía, en sectores rurales e industriales hay mayor presencia de contaminantes, los cuales afectan directamente a los cuerpos hídricos por las actividades agrícolas, o los efluentes provenientes de las industrias, empeorando así la situación del recurso hídrico.

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

El ciclo hidrológico puede considerarse un sistema donde sus componentes son: evaporación, precipitación, y escorrentía. Existen distintos tipos de escorrentías que van a alimentar a una cuenca, dependiendo de su procedencia tanto como escorrentía superficial o directa, hipodérmica o sub superficial y subterránea. Este ciclo implica la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y evaporación (Gálvez, 2011).

La escorrentía superficial es la precipitación que no se infiltra en ningún momento y llega a la red de drenaje, moviéndose sobre la superficie del terreno por acción de la gravedad, corresponde también a la precipitación que no queda detenida en las depresiones del suelo, y que escapa a los fenómenos de evapotranspiración (Santos, n.d.).

Las escorrentías subterráneas son las aguas que descienden por gravedad, percolación y se infiltran hasta el nivel freático alcanzando la zona saturada, constituyendo así las recargas de las aguas subterráneas. El agua subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno (Rengifo Silva, 2011).

La escorrentía sub superficial o hipodérmica es el agua de precipitación que, habiéndose infiltrado en el suelo, se mueve sub-horizontalmente por los horizontes superiores para reaparecer súbitamente al aire libre como manantial e incorporarse a microsurcos superficiales que la conducirán a la red de drenaje (Santos, n.d.).

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

La hipótesis planteada fue que la categorización de los efluentes muestra la presencia de aguas subterráneas, superficiales e hipodérmicas, siendo la conductividad el parámetro más relevante en la identificación de los tipos de agua de la cuenca analizada.

El objetivo del presente trabajo consistió en realizar la categorización de los tipos de efluentes del sistema “Abducción Pichincha” mediante el análisis de datos *in situ*, los cuales permitirán la gestión óptima del recurso.

Adicionalmente se determinaron objetivos específicos consistentes en:

- Estimar el porcentaje de agua correspondiente a cada tipo de efluente, ya sea superficial, subterránea o hipodérmica.
- Realizar una base de datos de los efluentes caracterizados en el sistema “Abducción Pichincha” con sus respectivas características físico-química.

### **Materiales y métodos:**

#### **Área de estudio:**

La zona de estudio correspondió al sur del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en el sistema “Abducción Pichincha”, dentro de la cual se localizan los sistemas Pichincha y Lloa, abarcando aproximadamente unos 20 km<sup>2</sup> de extensión, dentro del mismo se han identificado alrededor de 35 puntos de efluentes los cuales fueron muestreados he identificados en la (Figura 1).

La geología del terreno en el que se encuentra el sistema “Abducción Pichincha”, forma parte de la cordillera occidental del DMQ, esta cordillera está formada por un basamento

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

de rocas volcánicas ultra básicas y rocas volcano clásticas, estas formaciones rocosas afloran ampliamente el norte, noroccidente y occidente del DMQ (Medina, 2015).

En la zona de Lloa las formaciones geológicas han configurado un estrato volcánico debido a los flujos regulares de lavas basálticas y piroclastos, cenizas y lapillos (Struve Puente, 2015).

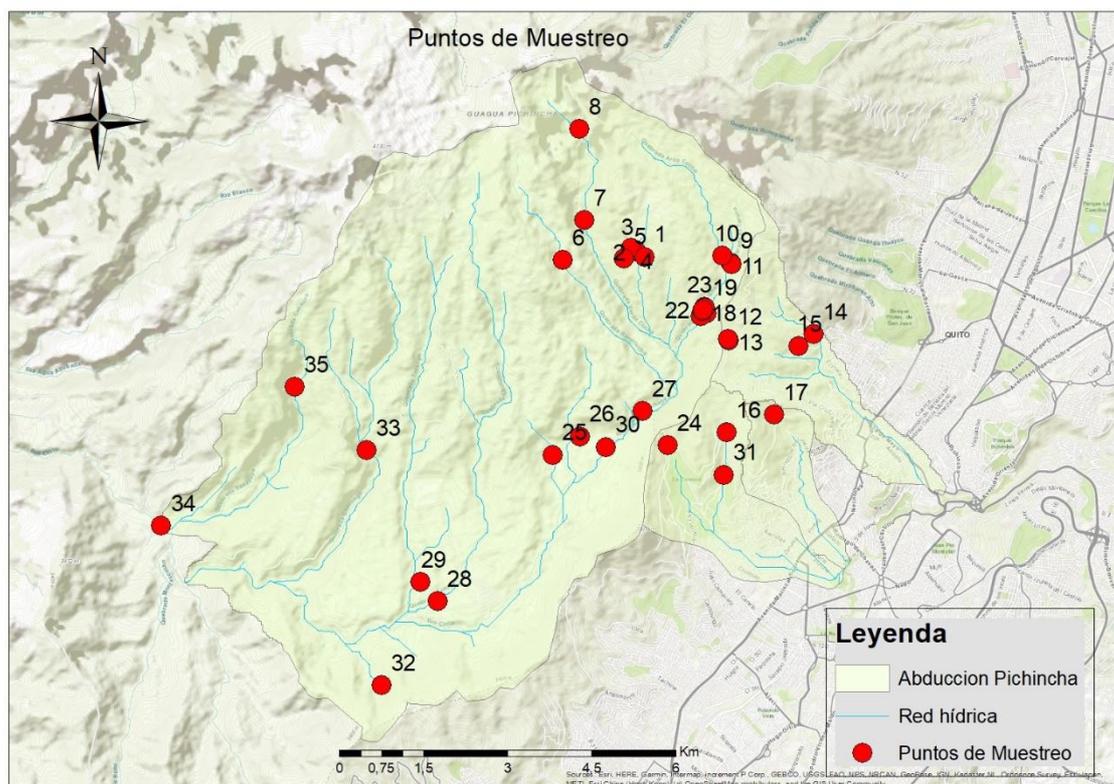


Figura 1: Mapa puntos de muestreo

Elaborado por: Jorge Feijoo

## Fase de campo:

Se realizaron campañas de muestreo durante aproximadamente cuatro meses, en el periodo de enero a junio, los muestreos se los llevo a cabo conjuntamente con personal técnico de la EPMAPS, operarios de cada uno de los sistemas eran los encargados de proporcionar el acceso y guía hacia los puntos de muestreo, donde se identificaron 35

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

aportantes situados entre los sistemas Lloa y Pichincha, para los cuales se realizó la recolección de los parámetros fisicoquímicos de manera superficial obteniendo datos de:

- Oxígeno disuelto.
- Temperatura.
- Conductividad eléctrica.

La obtención de estos parámetros se realizó mediante un multiparámetro marca (HANNA), modelo HI 98194.

Tabla 1: Cronograma de actividades

Cronograma de actividades						
Actividades	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
Trabajo de escritorio						
Muestreos						
Elaboración de informes						

### Fase de gabinete

Los 35 puntos de muestreo del sistema “Abducción Pichincha” identificados y muestreados, fueron tabulados en Excel (Anexo 1) donde se calculó la media, mediana, moda y desviación estándar de los parámetros analizados, el mismo proceso se lo realizó tanto para el sistema Lloa como para Pichincha (Anexo 2).

Dentro de los datos proporcionados por la EPMAPS, se obtuvo una base de datos con un histórico desde el año 2010 hasta el 2017, de estos datos se obtuvieron los valores de iones de sulfato y cloruro de los puntos de muestreo con lo que se realizaron relaciones iónicas.

Los datos obtenidos se interpretaron mediante la utilización de ciertos programas informáticos como:

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

- El software *ArcGIS* permitió ubicar los puntos de muestreo y representarlos en una base cartográfica
- Para la interpretación estadística de los datos obtenidos por los muestreos se utilizó el software *PAST* y Excel
- Se realizaron relaciones iónicas de sulfatos y cloruros obtenidos de la base de datos proporcionada por la EPMAPS usando el software Excel.

### Resultados

Los 35 puntos muestreados con sus respectivos parámetros físico-químicos fueron analizados mediante el software *Past*, utilizando análisis clúster tanto por parámetros como por puntos. Se identificaron los puntos con sus respectivos datos de conductividad y oxígeno disuelto mediante el software *ArcGis*.

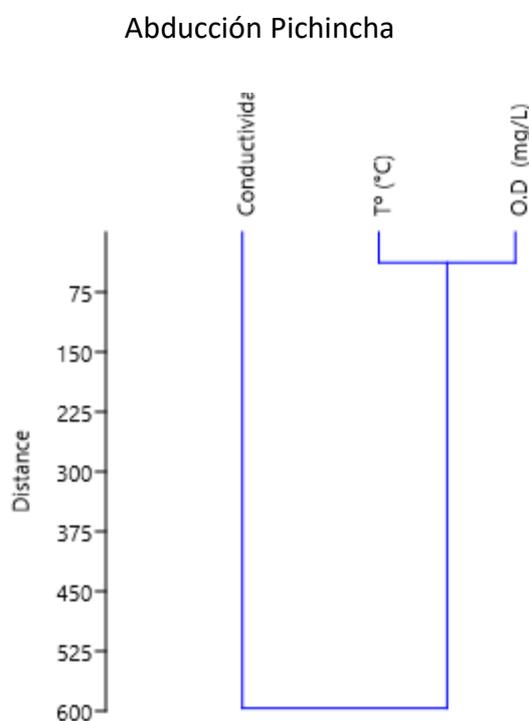


Figura 2: Clúster Abducción Pichincha  
Elaborado por: Jorge Feijoo

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

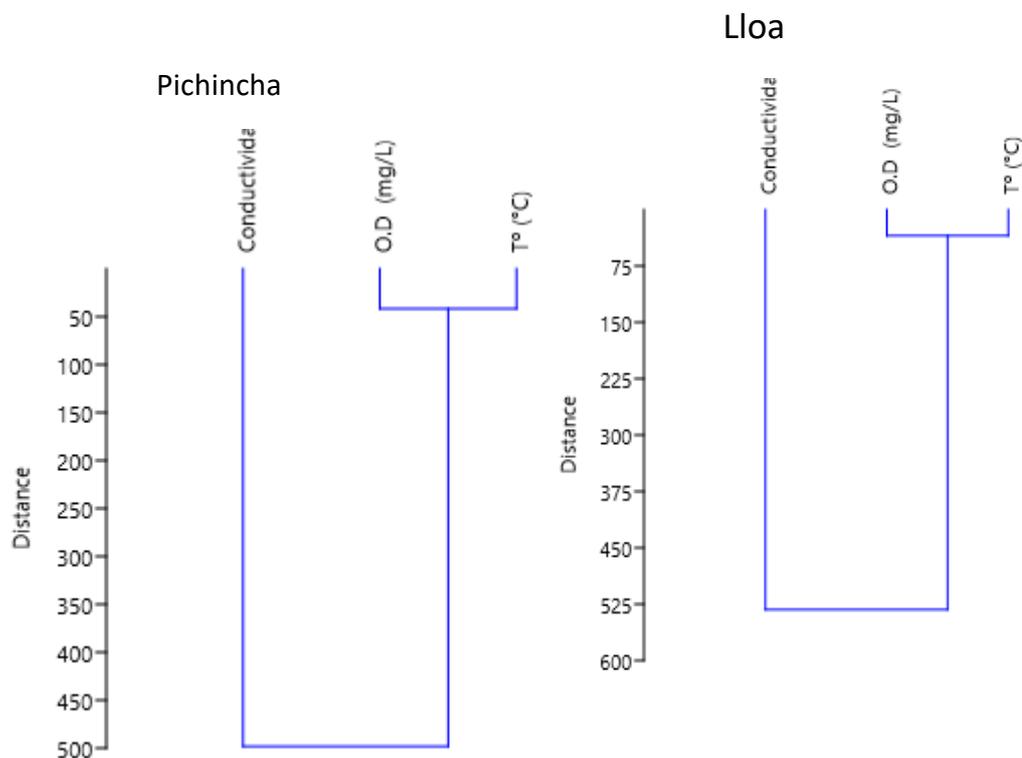


Figura 3: Clúster Pichincha  
Elaborado por: Jorge Feijoo

Figura 4: Clúster Lloa  
Elaborado por: Jorge Feijoo

Se realizó un análisis clúster relacionando cada parámetro físico-químico de los sistemas correspondientes, tanto como el que abarca toda la zona de estudio que es “Abducción Pichincha” como sus sistemas secundarios “Lloa” y “Pichincha”.

Como se puede observar en el análisis clúster por parámetros, existe una relación muy cercana de las características fisicoquímicas del agua en todos los sistemas, Lloa y Pichincha presentan una pequeña diferencia respecto a la distancia marcada entre la conductividad, el O.D y la temperatura.

Para el sistema Pichincha, la distancia establecida es de 500 (Figura 3), mientras que para Lloa es de 525 (Figura 4), la razón de esa pequeña variación es debido a que en el sistema Pichincha los aportantes se encuentran muy cerca uno de otros, por lo que comparten una mayor similitud en sus parámetros fisicoquímicos, mientras que para Lloa la distribución

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

de los aportantes se encuentran a una mayor distancia unos de otros, aunque ciertos aportantes comparten la misma red hídrica, la lejanía de los puntos hace que varíen más sus características físico-químicas. La conductividad en todos los sistemas, muestra una menor relación con los demás parámetros, pero la conductividad es el parámetro que más va a aportar información al momento de realizar la caracterización de los efluentes presentes en el sistema, esto se debe a que la conductividad es un parámetro característico de aguas subterráneas por ser superior al de las aguas superficiales, por lo que partiendo de los análisis clúster, este parámetro permitirá generar rangos de conductividades para la identificación de los tipos de agua que existen en el sistema ya sean superficiales, hipodérmicas o subterráneas.

Mediante un análisis estadístico clúster se pudo observar las semejanzas que existen entre los puntos de muestreo.

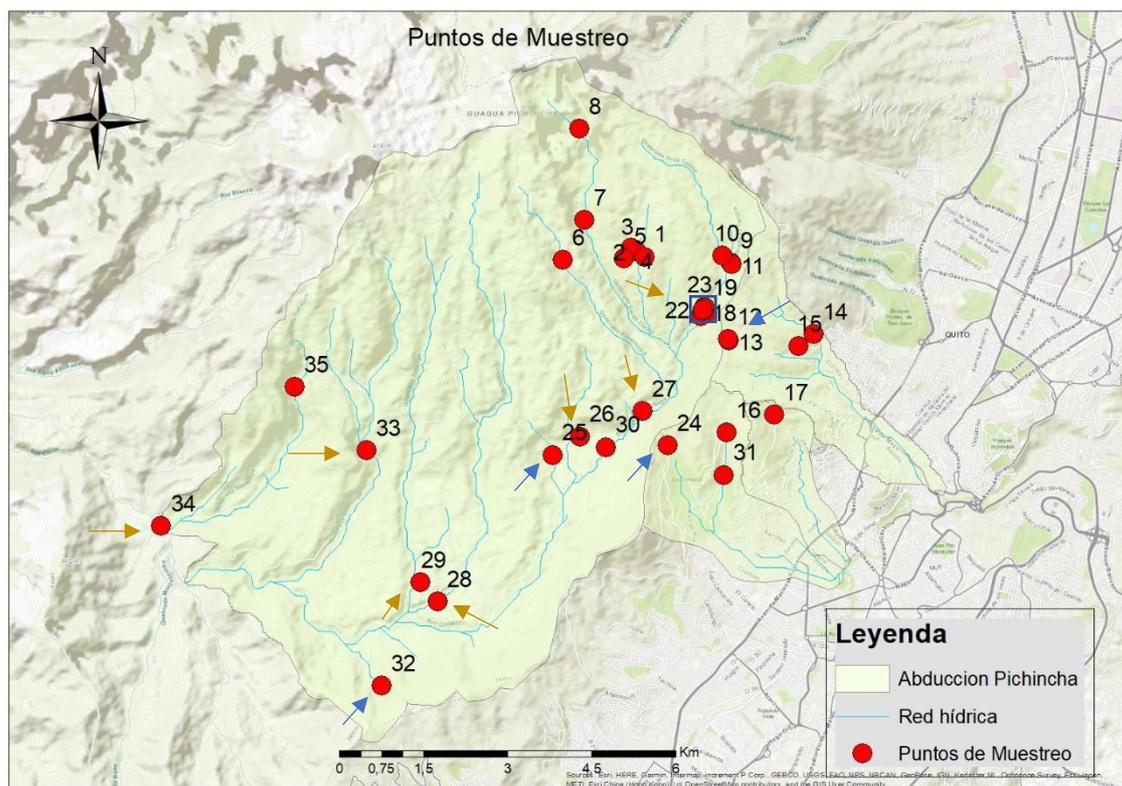


Figura 5: Mapa de los puntos de muestreo  
Elaborado por: Jorge Feijoo

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

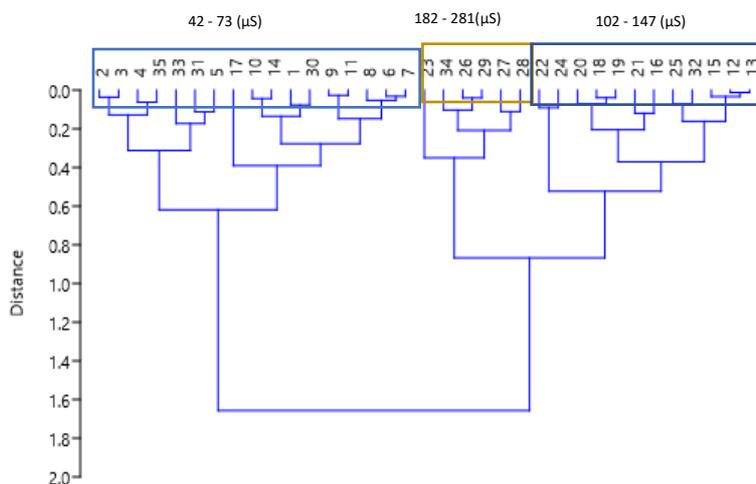


Figura 6: Análisis clúster de puntos de muestreo  
Elaborado por: Jorge Feijoo

Para el análisis clúster fueron utilizados los parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo (oxígeno disuelto, temperatura y conductividad), en la figura 6 se observa la delimitación de tres grupos de datos que comparten una semejanza considerable, dentro de las características de los análisis físico-químicos de las familias marcadas, la conductividad es el parámetro que proporciona una diferenciación clara de los puntos de agua, estableciendo rangos de conductividad que muestran las características de los tipos de agua presentes en el sistema.

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

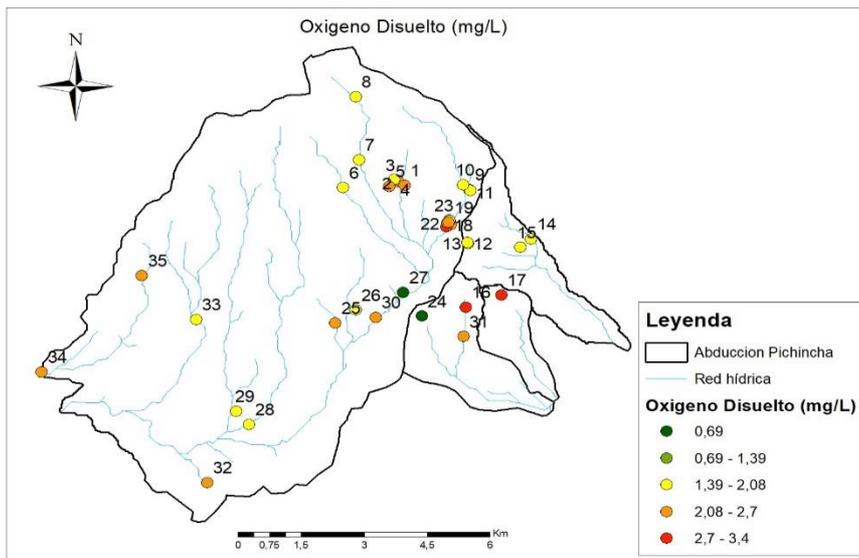


Figura 7: Mapa de Oxígeno Disuelto  
Elaborado por: Jorge Feijoo

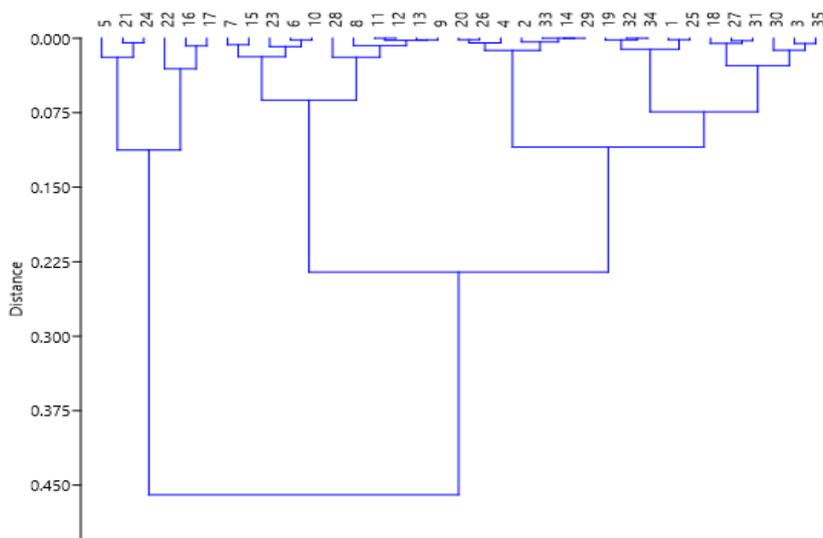


Figura 8: Clúster de O.D  
Elaborado por: Jorge Feijoo

En el análisis clúster de los valores de oxígeno disuelto (O.D) se muestra una relación muy cercana de todos los puntos, pero estos datos no aportan para tener una caracterización de los efluentes, ya que comparando los valores de O.D de las familias generadas en el clúster con su respectiva conductividad no generan grupos que mantengan la misma similitud en sus valores.

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

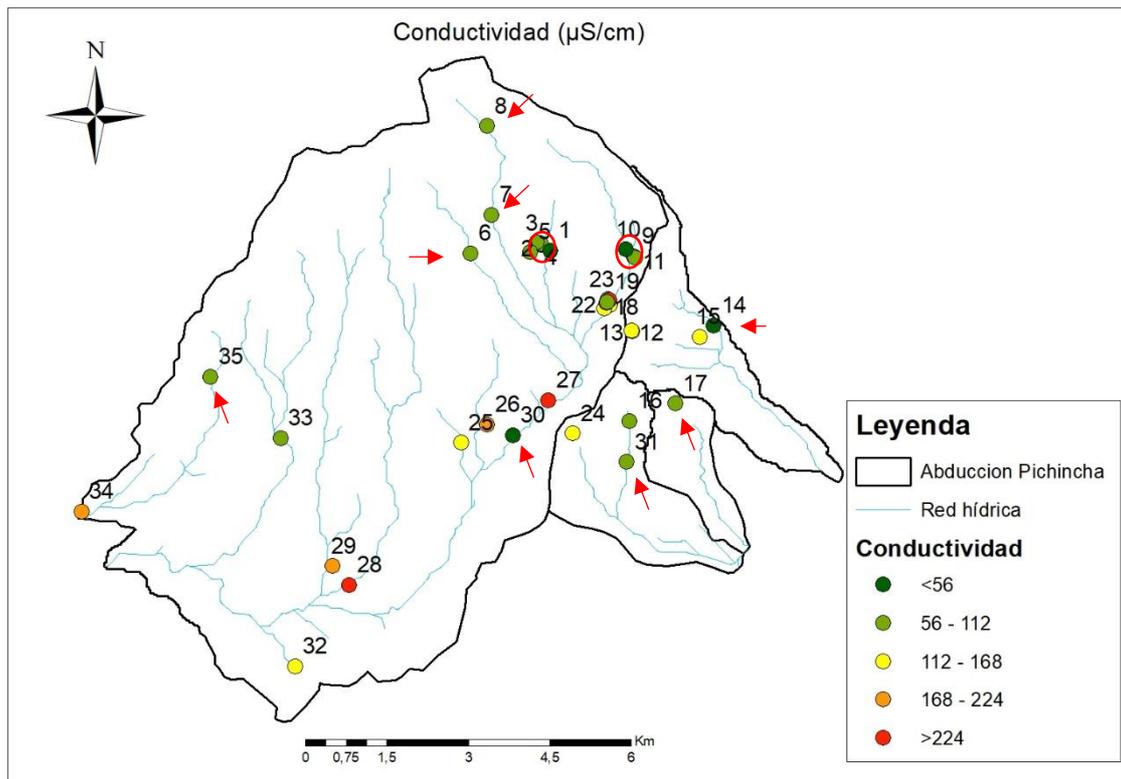


Figura 9: Representación de valores de conductividad  
Elaborado por: Jorge Feijoo

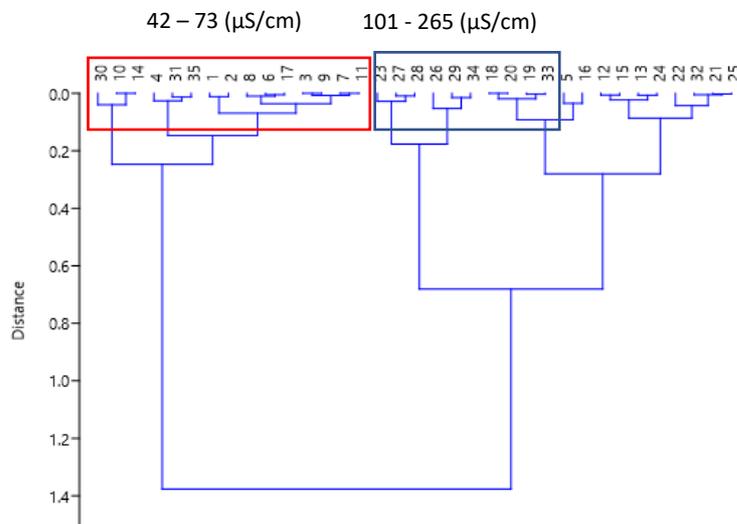


Figura 10: Clúster de conductividad  
Elaborado por: Jorge Feijoo

En el clúster se hace el análisis de los datos de conductividad de cada uno de los aportantes del sistema, muestra la delimitación de tres grupos de puntos que tienen características muy similares a los analizados en la figura 5.

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

La representación de los datos de conductividad en el clúster muestra rangos muy similares a los ya analizados (42 – 73) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y (101 – 265) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La distancia que separa a cada grupo de puntos es de 1,5 como se observa en la figura 10, en este clúster esta diferencia entre los grupos de datos esta mejor representada, y se observa ya la diferencia entre los tipos de agua presentes en el sistema.

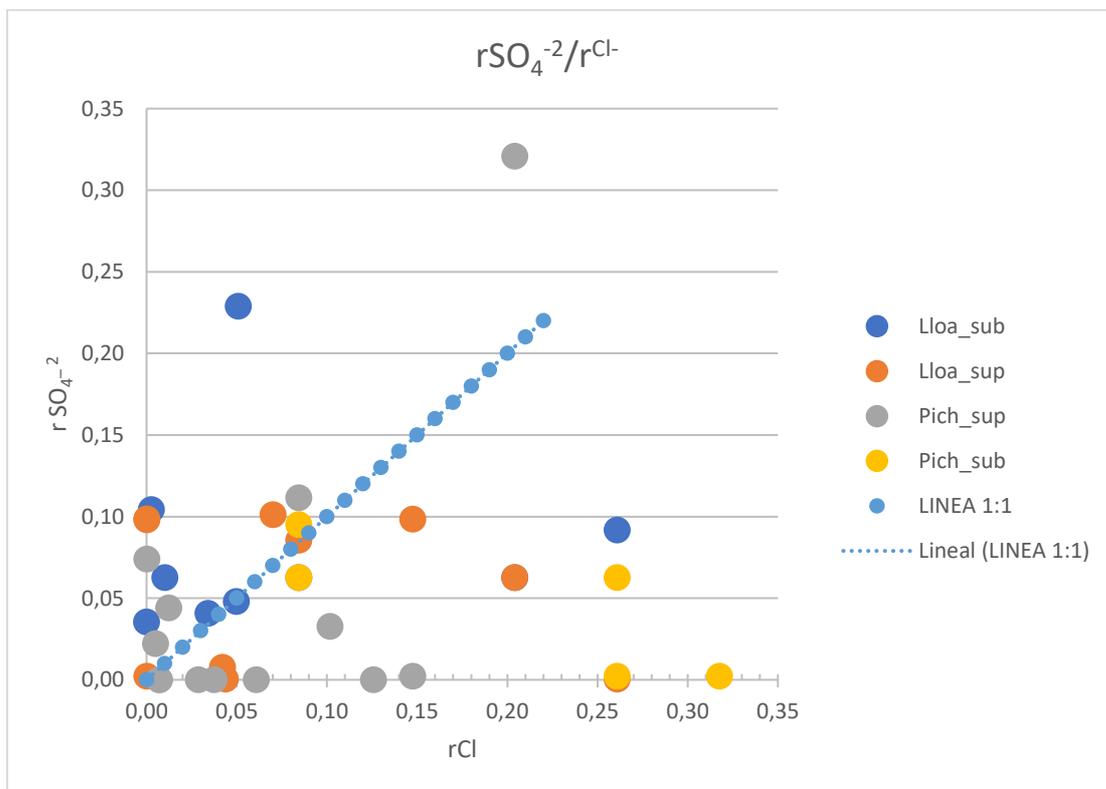


Figura 11: Relación  $r\text{SO}_4^{-2}/r\text{Cl}^-$   
Elaborado por: Jorge Feijoo

Se estableció una relación iónica entre sulfatos y cloruros ( $r\text{SO}_4^{-2}/r\text{Cl}^-$ ), este proceso funciona como una herramienta que aporta información sobre los procesos que se hayan podido producir en aguas subterránea (Cabrera, 2011). Dentro de la representación de los datos muestreados, estos no aportan con información clara para la categorización de los efluentes. Partiendo de los resultados obtenidos en los análisis clúster realizados

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

anteriormente, se pudo establecer una primera categorización de los efluentes en base a sus parámetros de conductividad.

Tabla 2: Caracterización de los aportantes

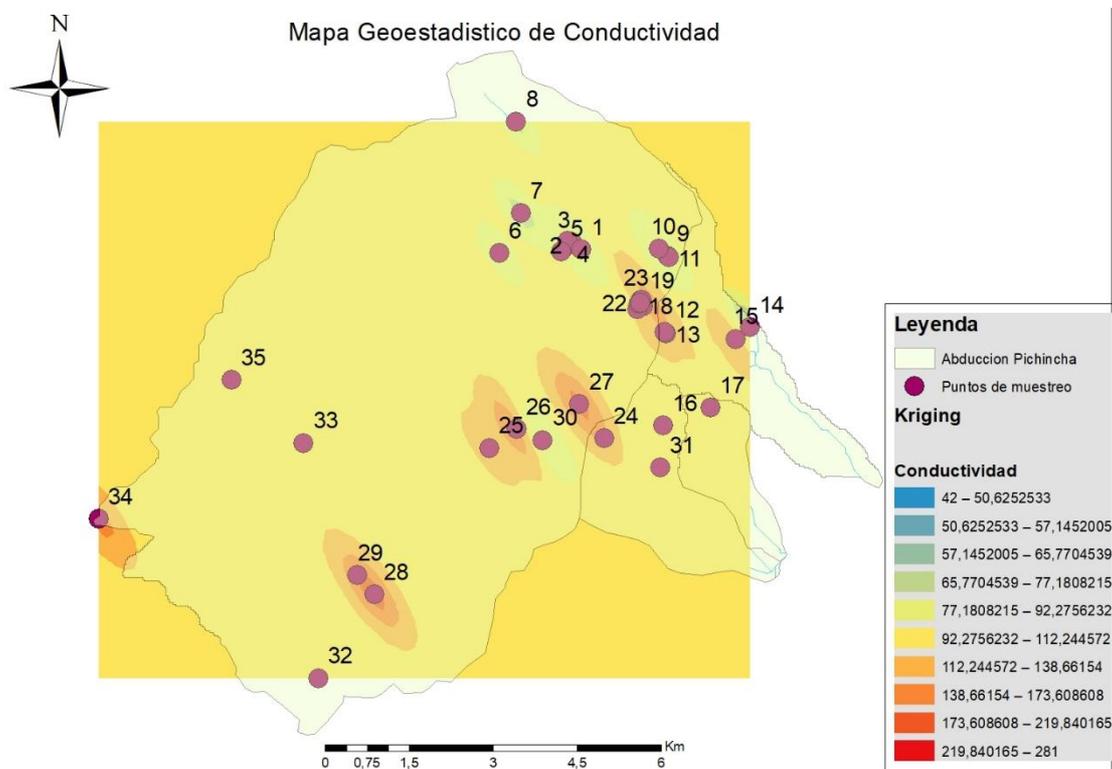
Tipo de agua		R. Conductividad ( $\mu\text{S}$ )
	Suoerficiales	40 - 70
	Hipodermica	71 - 100
	Subterranea	101 - 281

ID	NOMBRE	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Tipo de agua
1	LOMA GORDA	52	Superficial
2	BOCATOMA LADRILLOS 1	54	Superficial
3	BOCATOMA LADRILLOS 2	58	Superficial
4	BOCATOMA LADRILLOS 3	67	Superficial
5	BOCATOMA LADRILLOS 4	83	Hipodérmica
6	LLULLUGCHAS	62	Superficial
7	VERDE COCHA	57	Superficial
8	PADRE ENCANTADO	60	Superficial
9	ARCOCUCHO 2	58	Superficial
10	ARCOCUCHO 1	47	Superficial
11	LAS PALPMAS	57	Superficial
12	SAN FRANCISCO 1	144	Subterránea
13	SAN FRANCISCO 2	140	Subterránea
14	CHOCHERA	47	Superficial
15	LAS LLAGAS	147	Subterranea
16	TORORAS	93	Hipodérmica
17	HUAYNILLAS	61	Superficial
18	GUAGUA SHUA GALERIA 1	106	Subterránea
19	GUAGUA SHUA GALERIA 2	102	Subterránea
20	GUAGUA SHUA GALERIA 3	106	Subterránea
21	GUAGUA SHUA GALERIA 4	131	Subterránea
22	GUAGUA SHUA GALERIA 5	116	Subterránea
23	GUAGUA SHUA RESERVORIO	281	Subterránea
24	GALERIA CHUPAZURO 1	137	Subterránea
25	CUCHICORRAL	130	Subterránea
26	VERTIENTE EL POGYO	215	Subterránea
27	VERTIENTE EL CHAZO	257	Subterránea
28	Q. COTOGYACU	265	Subterránea
29	Q. TAYANGO	191	Subterránea
30	TAMBILLO	42	Superficial
31	VERTIENTE GUANACUCHO	73	Hipodérmica
32	CHALGUAYACU	129	Subterránea
33	CHIMBORAZO	101	Subterránea
34	RIO CINTO (PALMIRA)	182	Subterránea
35	BOCATOMA PUGNAGUA	70	Superficial

Elaborado por: Jorge Feijoo

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

A continuación se construyó un mapa geoestadístico utilizando el software ArcGis, en el cual se aplicó el modelo de Kriging, el cual es un conjunto de métodos de predicción espacial que se fundamenta en la minimización del error cuadrático medio de predicción (Giraldo, sf). El modelo se realizó con los datos de conductividad de los puntos de muestreo, efectuando un ajuste logarítmico, y con una anisotropía verdadera, obteniendo un mapa donde las zonas rojas representan los puntos con valores más altos de conductividad.

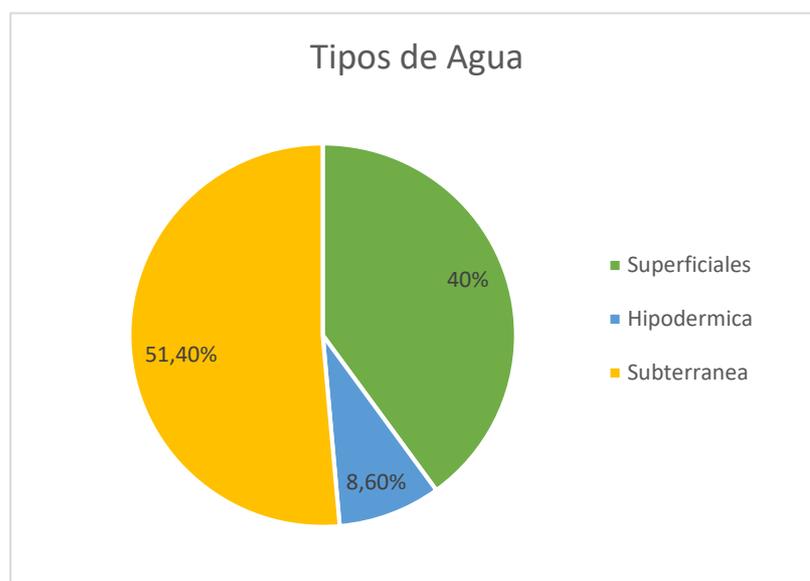


Prediction Errors	
Samples	35 of 35
Mean	-0,548886
Root-Mean-Square	57,14423
Mean Standardized	0,01492329
Root-Mean-Square Stan...	1,015806
Average Standard Error	57,36765

Figura 12: Mapa geo estadístico  
Elaborado por: Jorge Feijoo

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

Tabla 3: Porcentaje de agua existente en el sistema



Elaborado por: Jorge Feijoo

## Discusión

De acuerdo al estudio realizado en la cuenca del río Duero por Silva, Moncayo & Ochoa, (2013), los parámetros físico-químicos resultantes muestran valores de conductividad para aguas subterráneas entre rangos de 101 a 2630 ( $\mu\text{S}$ ), representando los valores más bajos una mejor calidad química del agua subterránea, datos que se relacionan con los obtenidos en el sistema “Abducción Pichincha”.

La relación se debe a que en el río Duero, los valores con conductividades entre 110 a 280 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) también tiene valores de cloruros y sulfatos muy bajos, lo cual ocurre en el sistema abducción Pichincha, donde los rangos de conductividades se encuentran entre 100 a 281 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y los valores de sulfatos y cloruros son bajos.

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

La relación iónica entre sulfatos y cloruros, al ser comparada con el estudio realizado en la zona baja de Gran Canaria, (Cabrera, 2011), se obtienen resultados que muestran una mayor concentración de sulfatos frente a los cloruros, debido a aguas procedentes de riego de las zonas agrícolas. Estos resultados son aplicables al estudio realizado, ya que en los sistemas Lloa y Pichincha las principales actividades económicas de los pobladores es la agricultura.

Al conocer la geología del sistema, se obtiene que son formaciones volcánicas de rocas ultra básicas (ultramáficas), rocas con baja concentración de sílice, pero con alto contenido de hierro, la geología de la zona comparte una gran similitud con la geología de Gran Canaria, donde hay presencia de lavas basálticas, piroclastos basálticos (lapillis) (Vera, 2004), características de la geología de “Abducción Pichincha”.

### Conclusiones

- De los análisis clúster se pudo observar la relación que mantienen los parámetros físico-químicos analizados, evidenciándose una relación muy cercana entre el oxígeno disuelto y la temperatura. La conductividad en todos los casos del análisis no presenta relación con los demás parámetros, pero es el que más información proporcionó para realizar la caracterización de los efluentes.
- La (Figura 6) muestra el clúster para todos los datos de los muestreos realizados, las familias que se forman manifiestan tres grupos de puntos, los cuales comparten características similares respecto a su conductividad, generando rangos de valores entre 42 - 73 ( $\mu\text{S/cm}$ ), 102 - 147 ( $\mu\text{S/cm}$ ), 182 - 281 ( $\mu\text{S/cm}$ ).
- La caracterización de los flujos aportantes del sistema “Abducción Pichincha”, presenta un porcentaje de 51,40% de aguas subterráneas.

## CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

- Los aportantes hipodérmicos comprenden un 8,4% de total de agua, representando también parte del agua de mezcla en el sistema.
- Los resultados analizados en los clúster muestran que el parámetro de conductividad es el que permite realizar la caracterización entre los aportantes.
- Las relaciones iónicas de sulfato y cloruro muestran características atípicas por la geología particularmente volcánica de la zona.

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

## Literatura citada

- Áreas, D. E., En, S. O., De Sobreexplotación, R., La, E. N., Baja, Z., De, D. E., & Canaria, G. (n.d.). *ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DEFINICIÓN*. Retrieved from [http://info.igme.es/SidPDF/123000/574/123574\\_0000007.pdf](http://info.igme.es/SidPDF/123000/574/123574_0000007.pdf)
- Burbano, N. (2015). *INTRODUCCIÓN A LA HIDROGEOLOGÍA*. Retrieved from [www.inamhi.gob.ec](http://www.inamhi.gob.ec)
- Cabrera, M. C. (2011). El acuífero costero del este de Gran Canaria: un ejemplo de salinización en un acuífero volcánico complejo.
- Científico-técnico Seguimiento De La Política De Aguas, P. DE, Sahuquillo, A., Custodio, E., & Ramón Llamas, M. (n.d.). *Fundación Nueva Cultura del Agua La gestión de las aguas subterráneas*. Retrieved from [https://fnca.eu/phocadownload/P.CIENTIFICO/inf\\_subterranas.pdf](https://fnca.eu/phocadownload/P.CIENTIFICO/inf_subterranas.pdf)
- COLMEX (Colegio de México), CNA (Comisión Nacional del Agua) (2003). *Agua para las Américas en el siglo XXI*. México D. F.: ColmexCNA.
- De Stefano, L. (n.d.). *LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA MERIDIONAL*. Retrieved from <http://www.rac.es/ficheros/doc/00840.pdf>
- Donado, L. (2015). Hidrogeoquímica. *Desde El Jardín de Freud*, (15). <https://doi.org/10.15446/dfj.n15.50535>
- Dueñas, Herrera y Picerno. (2016). "Evaluación cualitativa de los impactos ambientales del terremoto de Pedernales del 16 de abril del 2016, y de las acciones de respuesta ante la emergencia". Econcienza Verde - Ministerio del Ambiente. Retrieved from [http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/ECOCIENCIA\\_VOL\\_2.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/ECOCIENCIA_VOL_2.pdf)
- Galárraga-Sánchez, R. H. (n.d.). *Informe Nacional sobre la gestión del agua en el*. Retrieved from <https://www.cepal.org/DRNI/proyectos/samtac/InEc00100.pdf>
- Gálvez, J. J. O. (2011). "Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico"; *LIMA-PERÚ 2011 Cartilla Técnica Cartilla Técnica CICLO HIDROLÓGICO CICLO HIDROLÓGICO*. Retrieved from [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/ciclo\\_hidrologico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf)
- Lloret, P. (2009). *No hay tiempo para ensayar, se debe aprovechar la coyuntura para lograr una ley partici-pativa, incluyente y democrática...* Retrieved from [https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/895/1/10.Actualidad.La gestión del agua y la nueva Ley de Aguas... Pablo Lloret Z.pdf](https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/895/1/10.Actualidad.La%20gesti3n%20del%20agua%20y%20la%20nueva%20Ley%20de%20Aguas...%20Pablo%20Lloret%20Z.pdf)
- Medina, I. (2015). *Atlas de amenazas naturales DMQ*. Obtenido de [http://www.quito.gob.ec/Atlas\\_amenazas\\_naturales\\_DMQ.pdf](http://www.quito.gob.ec/Atlas_amenazas_naturales_DMQ.pdf)
- Rengifo Silva, J. (2011). *Universidad los angeles de chimbote*. 2007.
- Santos, M. (n.d.). *HIDROLOGÍA I: CICLO HIDROLÓGICO*. Retrieved from [http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado\\_itop/415/pdfs/Capitulo 5.pdf](http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%205.pdf)

# CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

Struve Puente, C. F. (2015). Modelo de gestión participativa del desarrollo turístico comunitario en la parroquia de Lloa (Bachelor's thesis, PUCE).

Vera, J. A. (Ed.). (2004). Geología de España. Igme.

## Anexos

### Anexo 1

ID	NOMBRE	Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	Tipo de agua	T° ( $^{\circ}\text{C}$ )	O.D (mg/L)
1	LOMA GORDA	52	Superficial	8,5	2,15
2	BOCATOMA LADRILLOS 1	54	Superficial	8,96	2,07
3	BOCATOMA LADRILLOS 2	58	Superficial	8,55	2,23
4	BOCATOMA LADRILLOS 3	67	Superficial	9,15	2
5	BOCATOMA LADRILLOS 4	83	Hipodérmica	9,3	2,6
6	LLULLUGCHAS	62	Superficial	8,5	1,9
7	VERDE COCHA	57	Superficial	8,9	1,87
8	PADRE ENCANTADO	60	Superficial	8,37	1,73
9	ARCOCUCHO 2	58	Superficial	10,24	1,77
10	ARCOCUCHO 1	47	Superficial	9,64	1,89
11	LAS PALPMAS	57	Superficial	9,96	1,76
12	SAN FRANCISCO 1	144	Subterránea	12,08	1,76
13	SAN FRANCISCO 2	140	Subterránea	12,42	1,76
14	CHOCHERA	47	Superficial	10,09	2,05
15	LAS LLAGAS	147	Subterránea	13,16	1,83
16	TORORAS	93	Hipodérmica	12,25	3,16
17	HUAYNILLAS	61	Superficial	11,96	3,24
18	GUAGUA SHUA GALERIA 1	106	Subterránea	11,46	2,36
19	GUAGUA SHUA GALERIA 2	102	Subterránea	11,3	2,09
20	GUAGUA SHUA GALERIA 3	106	Subterránea	10,95	2,02
21	GUAGUA SHUA GALERIA 4	131	Subterránea	11	2,72
22	GUAGUA SHUA GALERIA 5	116	Subterránea	11,31	3,48
23	GUAGUA SHUA RESERVORIO	281	Subterránea	13,26	1,94
24	GALERIA CHUPAZURO 1	137	Subterránea	12,25	2,76
25	CUCHICORRAL	130	Subterránea	11,27	2,14
26	VERTIENTE EL POGYO	215	Subterránea	12,81	2,03
27	VERTIENTE EL CHAZO	257	Subterránea	13,45	2,4
28	Q. COTOGYACU	265	Subterránea	14,2	1,68
29	Q. TAYANGO	191	Subterránea	13,54	2,05
30	TAMBILLO	42	Superficial	9,47	2,32
31	VERTIENTE GUANACUCHO	73	Hipodérmica	12,16	2,38
32	CHALGUAYACU	129	Subterránea	14,2	2,1
33	CHIMBORAZO	101	Subterránea	11,24	2,05
34	RIO CINTO (PALMIRA)	182	Subterránea	14,56	2,1
35	BOCATOMA PUGNAGUA	70	Superficial	9,99	2,27

Media	96,54873077	11,00767805	2,153419791
Desviación Estándar	65,57415457	1,838441293	0,436594345
Moda	58	8,5	1,76
Mediana	101	11,27	2,07

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

Anexo 2

Datos sistema Pichincha

ID	Nombre	Parametros		
		Tº (°C)	O.D (mg/L)	Conductividad (µS)
1	LOMA GORDA	8,5	2,15	52
2	BOCATOMA LADRILLOS 1	8,96	2,07	54
3	BOCATOMA LADRILLOS 2	8,55	2,23	58
4	BOCATOMA LADRILLOS 3	9,15	2	67
5	BOCATOMA LADRILLOS 4	9,3	2,6	83
6	LLULLUGCHAS	8,5	1,9	62
7	VERDE COCHA	8,9	1,87	57
8	PADRE ENCANTADO	8,37	1,73	60
9	ARCOCUCHO 2	10,24	1,77	58
10	ARCOCUCHO 1	9,64	1,89	47
11	LAS PALPMAS	9,96	1,76	57
12	SAN FRANCISCO 1	12,08	1,76	144
13	SAN FRANCISCO 2	12,42	1,76	140
14	CHOCHERA	10,09	2,05	47
15	LAS LLAGAS	13,16	1,83	147
16	TORORAS	12,25	3,16	93
17	HUAYNILLAS	11,96	3,24	61
18	GUAGUA SHUA GALERIA 1	11,46	2,36	106
19	GUAGUA SHUA GALERIA 2	11,3	2,09	102
20	GUAGUA SHUA GALERIA 3	10,95	2,02	106
21	GUAGUA SHUA GALERIA 4	11	2,72	131
22	GUAGUA SHUA GALERIA 5	11,31	3,48	116
23	GUAGUA SHUA RESERVORIO	13,26	1,94	281
24	GALERIA CHUPAZURO 1	12,25	2,76	137
	Media	10,45139547	2,164802151	84,13049833
	Desviación Estandar	1,581163578	0,51159526	52,61667504
	Moda	8,5	1,76	58
	Mediana	10,595	2,035	75

CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO DE LAS CUENCAS APORTANTES AL SISTEMA CENTRO OCCIDENTE DEL DMQ, PARA LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL RECURSO HÍDRICO.

Datos sistema Lloa

ID	Nombre	Parametros		
		Tº (°C)	O.D (mg/L)	Conductividad (µS)
25	CUCHICORRAL	11,27	2,14	130
26	VERTIENTE EL POGYO	12,81	2,03	215
27	VERTIENTE EL CHAZO	13,45	2,4	257
28	Q. COTOGYACU	14,2	1,68	265
29	Q. TAYANGO	13,54	2,05	191
30	TAMBILLO	9,47	2,32	42
31	VERTIENTE GUANACUCHO	12,16	2,38	73
32	CHALGUAYACU	14,2	2,1	129
33	CHIMBORAZO	11,24	2,05	101
34	RIO CINTO (PALMIRA)	14,56	2,1	182
35	BOCATOMA PUGNAGUA	9,99	2,27	70
Media		12,444545	2,138181818	150,4545455
Desviación Estandar		1,7540545	0,204343739	76,70510235
Moda		14,2	2,05	#N/A
Mediana		12,81	2,1	130