

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

“DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO AMBIENTAL DE CURSOS HÍDRICOS URBANOS INTERVENIDOS CON OBRAS HIDRÁULICO SANITARIAS POR LA EPMAPS. CASO DE ESTUDIO: QUEBRADA ORTEGA Y APORTANTES”

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÁSTER EN AMBIENTAL

CARLOS GABRIEL ENRÍQUEZ PINOS

sprogeny@hotmail.com

LUCÍA PAULINA TORRES FLORES

ptorresflores@gmail.com

DIRECTORA: DRA. NELLY PATRICIA CARRERA BURNEO

npcarreraburneo@gmail.com

Quito, marzo 2017

DECLARACIÓN

Nosotros, Carlos Gabriel Enríquez Pinos, Lucía Paulina Torres Flores, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

ING. CARLOS ENRÍQUEZ PINOS

LCDA. PAULINA TORRES FLORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Gabriel Enríquez Pinos y Lucía Paulina Torres Flores, bajo mi supervisión

Dra. PATRICIA CARRERA BURNEO

AGRADECIMIENTO

Culminar esta fase de nuestras vidas, nos lleva a buscar aquellas personas e instituciones que han hecho de esta meta una realidad.

Un agradecimiento muy especial a nuestras familias, por el apoyo, paciencia y soporte brindado durante la consecución de esta investigación

A la Escuela Politécnica Nacional y en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, por los conocimientos brindados durante la carrera, al apoyo de la Dra. Ana Lucía Balarezo, quien supo guiarnos de la mejor manera durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestra directora, Dra. Patricia Carrera Burneo, quien con su conocimiento y experiencia, nos orientó en obtener un trabajo que será de interés para instituciones públicas y privadas en lo concerniente al Monitoreo Ambiental de Cursos Hídricos Urbanos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, los mejores amigos que la vida pudo darme, sin su apoyo y empuje diario este logro no sería posible.

A mis hermanos, familia y amigos; por estar siempre ahí cuando más los necesitaba.

CARLOS

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios, quién día a día me permite cumplir con mis metas, quien a la vez presenta en mi camino retos y personas con las que voy compartiendo experiencias, que van aumentando mi conocimiento y me ayudan a crecer espiritualmente y llenarme de sabiduría.

A mis padres, por su ejemplo de trabajo, tenacidad y fortaleza ante cualquier situación.

A mi hijo y esposo, quienes son el motor que me impulsa día a día a ser mejor.

A mi hermana que con su dulzura calma mi alma y saca lo mejor de mí.

PAULINA

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XII
SIMBOLOGÍAS Y ABREVIATURAS	XIII
RESUMEN	XV
PRESENTACIÓN	XVII
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES.....	5
1.2. ALCANCE	6
1.3. OBJETIVOS	7
1.3.1. Objetivos Generales.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO 2	9
METODOLOGÍA.....	9
2.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LAS OBRAS DE SANEAMIENTO EN LA QUEBRADA ORTEGA.....	10
2.2. TEMPORALIDAD DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	13
2.3. MEDICIÓN DE CAUDALES EN LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	16
2.4. REGISTROS METEOROLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	22
2.5. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	24
2.6. MUESTREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.....	29
2.7. MUESTREO E IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS.....	37
2.8. ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD.....	48
2.8.1. Elaboración de Encuestas.....	49

2.8.2. Definición del Área de Influencia para aplicar encuestas.	50
CAPÍTULO 3.	52
SITUACIÓN ACTUAL. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES: FÍSICO, BIÓTICO Y SOCIO ECONÓMICO.	52
3.1. MEDIO FÍSICO.	52
3.1.1. Clima.	53
3.1.2. Geología y Suelo.	54
3.1.3. Hidrología	56
3.1.4. Paisaje.	57
3.2. Medio Biótico.	58
3.3. Medio Socio - Económico.	60
CAPÍTULO 4	61
RESULTADOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO Y MUESTREO.	61
4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E ÍNDICES HIDROLÓGICOS DE LA MICROCUENCA ORTEGA.	61
4.1.1. Condiciones Topográficas y Usos del Suelo.	65
4.1.2. Datos Hidrometeorológicos	66
4.1.3. Caudales e Intensidad de Lluvia.	72
4.2. ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS	73
4.2.1. Identificación de macroinvertebrados. Cuantificación y cualificación de macroinvertebrados acuáticos	73
4.2.2. Interpretación de resultados a través del Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party/Col).	82
4.3. CALIDAD DEL AGUA.	95
4.3.1. Calidad Física, Química y Microbiológica	95
4.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN 2012, 2013 Y 2014 A LA QUEBRADA ORTEGA.	104
4.5. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN	108
4.6. PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO AMBIENTAL DE CURSOS HÍDRICOS URBANOS.	111
CAPÍTULO 5	117
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
5.1. CONCLUSIONES.	117
5.2. RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122

ANEXOS	122
ANEXO No. 1.....	126
LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE	126
ANEXO No. 2.....	130
IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS	130
ANEXO No. 3.....	152
ENCUESTA TIPO	152
ANEXO No. 4.....	157
MAPA ÁREA DE ESTUDIO	157
ANEXO No. 5.....	159
MAPA ÁREAS DE APORTACIÓN QUEBRADAS.....	159
ANEXO No. 6.....	161
MAPA USOS DEL SUELO.....	161
ANEXO No. 7.....	163
MAPA ESTACIONES DE MONITOREO.....	163

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1:	Coordenadas de los puntos de aforo.....	14
TABLA 2.2:	Coeficientes de escurrimiento.....	18
TABLA 2.3:	Datos INAMHI estación Izobamba.....	21
TABLA 2.4:	Parámetros a ensayarse.....	33
TABLA 2.5:	Índice BMWP.....	42
TABLA 2.6:	Puntajes macroinvertebrados BMWP/Col.....	43
TABLA 2.7:	Valor "k" y sus valores de confianza.....	48
TABLA 3.1:	Quebradas de la microcuenca Shanshayacu.....	57
TABLA 4.1:	Resultados hidráulicos microcuenca quebrada Ortega.....	61
TABLA 4.2:	Áreas microcuencas de aporte.....	62
TABLA 4.3:	Clasificación de cuencas según su tamaño.....	63
TABLA 4.4:	Clases de valores de longitud del cauce principal.....	63
TABLA 4.5:	Clases de valores de forma.....	64
TABLA 4.6:	Coeficiente de compacidad Kc.....	64
TABLA 4.7:	Pendiente del cauce principal.....	65
TABLA 4.8:	Densidad de drenaje.....	65
TABLA 4.9:	Áreas usos del suelo.....	65
TABLA 4.10:	Caudales mes de enero 2016.....	67
TABLA 4.11:	Caudales mes de febrero 2016.....	67
TABLA 4.12:	Caudales mes de marzo 2016.....	67
TABLA 4.13:	Caudales mes de mayo 2016.....	68
TABLA 4.14:	Caudales mes de junio 2016.....	68
TABLA 4.15:	Caudales mes de julio 2016.....	68
TABLA 4.16:	Precipitaciones en estaciones 2016.....	69
TABLA 4.17:	Precipitaciones en estaciones 2000-2011.....	69
TABLA 4.18:	Coeficiente de escorrentía ponderado.....	72
TABLA 4.19:	Tipos de intensidad de lluvia por acumulación en una hora.....	73
TABLA 4.20:	Órdenes y familias encontradas en los muestreos.....	74
TABLA 4.21:	Estación San José época lluviosa.....	75
TABLA 4.22:	Estación San José época seca.....	76
TABLA 4.23:	Estación Monjas 1 época lluviosa.....	77
TABLA 4.24:	Estación Monjas 1 época seca.....	78
TABLA 4.25:	Estación Monjas 2 época lluviosa.....	79
TABLA 4.26:	Estación Monjas 2 época seca.....	80
TABLA 4.27:	Estación Ortega época lluviosa.....	81
TABLA 4.28:	Estación Ortega época seca.....	82
TABLA 4.29:	Puntajes del BMWP/Col. Estación San José época lluviosa.....	84
TABLA 4.30:	Puntajes del BMWP/Col. Estación San José época seca...	85

TABLA 4.31:	Puntajes del BMWP/Col. Estación Monjas 1 época lluviosa...	87
TABLA 4.32:	Puntajes del BMWP/Col. Estación Monjas 1 época seca.....	88
TABLA 4.33:	Puntajes del BMWP/Col. Estación Monjas 2 época lluviosa...	90
TABLA 4.34:	Puntajes del BMWP/Col. Estación Monjas 2 época seca.....	91
TABLA 4.35:	Puntajes del BMWP/Col. Estación Ortega época lluviosa	93
TABLA 4.36:	Puntajes del BMWP/Col. Estación Ortega época seca	94
TABLA 4.37:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada San José época lluviosa.....	96
TABLA 4.38:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada San José época seca.....	97
TABLA 4.39:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada Monjas 1 época lluviosa.....	98
TABLA 4.40:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada Monjas 1 época seca.....	99
TABLA 4.41:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada Monjas 2 época lluviosa.....	100
TABLA 4.42:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada Monjas 2 época seca.....	101
TABLA 4.43:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada Ortega época lluviosa.....	102
TABLA 4.44:	Resultados físicos químicos y microbiológicos quebrada Ortega época seca.....	103
TABLA 4.45:	Resultados de calidad del agua 2012-2013-2014 quebrada Ortega.....	105
TABLA 4.46:	Cuadro comparativo con otras metodologías.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1:	Áreas aportantes a las quebradas del sur de Quito.....	10
FIGURA 2.2:	Cuenca aportante PTAR Quitumbe.....	11
FIGURA 2.3:	Sistema de alcantarillado en la zona de estudio.....	12
FIGURA 2.4:	Localización de industrias zona aportante a la PTAR Quitumbe	12
FIGURA 2.5:	Usos del suelo.....	19
FIGURA 2.6:	Estaciones pluviométricas EPMAPS 2016.....	23
FIGURA 2.7:	Estaciones pluviométricas en la zona de estudio.....	24
FIGURA 2.8:	Trazado de una cuenca.....	26
FIGURA 2.9:	Ejemplo de rotulación de muestras.....	30
FIGURA 2.10:	Área de influencia social de la zona de estudio.....	51
FIGURA 4.1:	Áreas de aporte quebrada Ortega.....	62
FIGURA 4.2:	Estación Izobamba precipitaciones.....	70
FIGURA 4.3:	Estación Chillogallo precipitaciones.....	70
FIGURA 4.4:	Estación Atacazo precipitaciones.....	71
FIGURA 4.5:	Estación El Troje precipitaciones.....	71

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 2.1: Muestreo de macroinvertebrados.....	38
FOTOGRAFÍA 2.2: Remoción de sustrato.....	38
FOTOGRAFÍA 2.3: Macroinvertebrados en bandeja.....	39
FOTOGRAFÍA 2.4: Frascos con muestras de macroinvertebrados	40
FOTOGRAFÍA 2.5: Conteo en caja Petri, estereoscopio.....	41
FOTOGRAFÍA 2.6: Estación Monjas 1.....	45
FOTOGRAFÍA 2.7: Estación Monjas 2.....	46
FOTOGRAFÍA 2.8: Estación San José.....	46
FOTOGRAFÍA 2.9: Estación Ortega.....	47

SIMBOLOGÍAS Y ABREVIATURAS

ABS	Alquibencen Sulfonato
APHA	American Public Health Association
AUSRIVAS	Australian River Assessment System
AWWA	American Water Works Association
BBI	Belgium Biotic Index
BMWP	Biological Monitoring Working Party
DA	Desnivel Altitudinal
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DCCA	Departamento de Control de Calidad del Agua
DD	Densidad de Drenaje
DDT	Dicloro Difenil Tricloroetano
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DTAR	Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EPMAPS	Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento
IB	Índices Bióticos
IBE	Indice Biotico Esteso
ICA	Índice de Calidad del Agua
IDF	Intensidad Duración Frecuencia
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
ISO	International Organization for Standarization
L3C	Laboratorio Central de Control de Calidad del Agua

MAE	Ministerio del Ambiente
MAIA	Macroinvertebrados Acuáticos
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
NTK	Nitrógeno Total Kjeldahl
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
OD	Oxígeno Disuelto
PBR	Protocolos de Bioevaluación Rápida
PDRQ	Plan de Descontaminación de los Ríos de Quito
pH	Potencial Hidrógeno
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PSA	Proyecto de Saneamiento Ambiental
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
REMMAQ	Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito
RIVPACS	River Invertebrate Prediction and Clasification Scheme
SAE	Servicio de Acreditación Ecuatoriano
SAMI	Sistema Automático de Manejo de la Información
SIG	Sistema de Información Geográfica
SS	Sólidos Suspendidos
STD	Sólidos Totales Disueltos
TBI	Trent Biotic Index
TPH	Hidrocarburos Totales de Petróleo
TULSMA	Texto Unificado Legislación Secundaria Medio Ambiente
WPCF	World Ports Climate Initiative
WRF	Weather Research and Forecasting

RESUMEN

El presente estudio se enmarcó en el desarrollo de una metodología para el monitoreo ambiental de cursos hídricos urbanos intervenidos con obras hidráulico sanitarias por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, en la quebrada Ortega y sus afluentes, así como también la determinación de la calidad ambiental de este cuerpo de agua a través de la evaluación de parámetros físico químicos, bióticos y socioeconómicos.

Para el desarrollo de la metodología se basó en la bibliografía existente y estudios preliminares y puntuales de la quebrada Ortega elaborados por la EPMAPS, así como también el desarrollo y ejecución de trabajo de campo para esta investigación.

Se determina el factor físico el cual se enmarca en la delimitación del área de estudio mediante las zonas de aportación del sistema de alcantarillado, el mapeo de industrias catastradas por la Secretaría de Ambiente, luego de esto se definen los puntos de monitoreo para el muestreo y aforo de caudales. Se realiza el estudio hidráulico e hidrológico del sector de la quebrada Ortega, mediante el cual se definió las épocas lluviosa y seca así como; las características hidromorfológicas de la microcuenca en estudio.

Para de definición de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, se toma como referente la legislación ambiental vigente ecuatoriana, indicada en el Acuerdo Ministerial No. 097-A, Anexo 1 del libro VI, tabla 2 y tabla 2-a, Registro Oficial 387, del 4 de junio de 2015, además de los registros históricos de la quebrada Ortega de los años 2012, 2013, 2014, presentes en la base de datos SAMI, de la EPMAPS. Los análisis de este estudio fueron realizados en el Laboratorio Central de Control de la Calidad del Agua, perteneciente al Departamento de Control de la Calidad del Agua de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

Adicionalmente se realiza el estudio de macroinvertebrados acuáticos, como indicadores de la calidad ecológica de las aguas de la Quebrada Ortega y sus afluentes, a través de índice BMWP.

Dentro del factor socioeconómico, se aplicaron 200 encuestas a la población que vive aledaña a las márgenes de la quebrada Ortega para definir su percepción respecto a las obras de saneamiento implantadas en el sector por parte de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

Finalmente, se concluye que pese a las obras de saneamientos implantadas por la EPMAPS para el mejoramiento de la calidad del agua y entorno paisajístico de la quebrada Ortega, existe contaminación de tipo antropogénico que impide una adecuada recuperación de este curso hídrico pese a que presenta una buena capacidad de autodepuración por lo que se recomienda la aplicación de controles y monitoreos periódicos y sociabilización a la comunidad.

Es así que se propone una metodología para el monitoreo ambiental de cursos hídricos urbanos intervenidos por la EPMAPS, con la finalidad de generar un base técnica para el control de la contaminación antropogénica que interfiera en el plan de descontaminación de los Ríos de Quito.

Palabras claves: Quebrada Ortega, macroinvertebrados acuáticos, calidad del agua.

PRESENTACIÓN

En el presente trabajo se elaboró una metodología para el control y monitoreo ambiental de cursos hídricos urbanos que han sido intervenidos con obras de saneamiento ambiental, caso de estudio fue la quebrada Ortega en el sur de Quito, cuyas aguas ingresan a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Quitumbe.

Esta investigación se realizó durante periodos de lluvia (enero, febrero y marzo) y seco (mayo, junio y julio) en el año 2016, mediante el muestreo y análisis del agua de la Quebrada Ortega y sus dos principales aportantes, la Quebrada Monjas y la Quebrada San José; así como también la cuantificación de macroinvertebrados acuáticos en estaciones de monitoreo, para definir la recuperación de este cuerpo de agua, complementándose con un estudio hidráulico e hidrológico a dicha área de estudio, que consistió en definir época seca y lluvioso, caudales, condiciones de escorrentía, drenaje, inundaciones y la aplicación de encuestas para el análisis de la percepción de la comunidad respecto a las obras de saneamiento construidas en el sector.

En esta investigación se obtuvieron resultados de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos, biológicos, hidráulicos e hidrológicos en cada estación de monitoreo, para mediante el análisis en comparación con la legislación ambiental vigente y los datos históricos de monitoreo a este cuerpo de agua por parte de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, determinar si existe el restablecimiento de la calidad del agua y generar una metodología para el control ambiental de cursos urbanos.

Este trabajo está estructurado en 5 capítulos: **capítulo 1:** Introducción, **capítulo 2:** Metodología, **capítulo 3:** Situación actual y descripción de los componentes físico, biótico y socioeconómico, **capítulo 4:** Resultados del programa de monitoreo y muestreo y **capítulo 5:** Conclusiones y recomendaciones del proyecto.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a (Oglesby, 1972), se presenta una serie integrada de reportes acerca de la ecología de los ríos, en la cual se relaciona varios aspectos, como flora, fauna, físico química, morfología, sedimentación y aspectos socioeconómicos.

En términos amplios, como lo indica (Wetzel, 1983), la Limnología estudia relaciones de función y productividad entre las comunidades de agua.

Para (Roldán G. P., 2008), es importante definir que un río es parte de una cuenca de drenaje o área de captación, en la cual se incluyen el conjunto de todos los tributarios que alimentan un cauce principal o grupo de cauces. (Roldán G. P., 2008).

(Roldán G. P., 2008) Determina que características como el caudal, velocidad, descarga, acarreo de sedimentos, cauce, entre otros, son parte de la hidrología.

De acuerdo a (Tafur, 2008), el análisis de calidad de agua de tipo superficial basado en parámetros de control biológicos inició con:

- (Kolenati, 1848),
- (Hassal, 1850) y
- (Cohn, 1853),

Observaron que organismos presentes en aguas contaminadas son diferentes a organismos que se desarrollan en aguas limpias.

De acuerdo a (Pratt, 1993), indica que “los estudios de cuerpos de agua basados, en comunidades de macroinvertebrados, forman la base biológica de los estudios de la calidad del agua por razones pragmáticas: los macroinvertebrados son algo fáciles de recolectar y de identificar; los macroinvertebrados son alimento de los peces y son fáciles de explicar al público en general; y los análisis de las comunidades de macroinvertebrados permiten que las inferencias sean orientadas sobre la base del alimento (algas, hojas), la calidad del hábitat, y la salud relativa de la comunidad (muchas o pocas especies)”.

Estos estudios han sido abordados en Norteamérica, de acuerdo a (Plafkin, 1989), (Resh V. , 1995), (Barbour, 1997), en Australia con los estudios de (Chessman, 1995) (Schofield & Davies, 1996) (Tiller & Metzelling, 2002) (Metzelling, 2002), en Inglaterra de acuerdo a (Wright, 1984), África con el enfoque de (Chutter, 1972) y por algunos países europeos, los mismos que ajustan sus metodologías a la realidad del medio en el que se desarrollan, como lo indica (Bonada, 2006), basándose a través de las directrices de la Directiva Marco Europea del Agua.

La historia en el uso de sistemas de bioindicación para definir la calidad de las aguas superficiales comenzaron hace más de un siglo con los trabajos de Kolenati (1848) y Cohn (1852), que observaron que los organismos encontrados en aguas contaminadas diferían de aquellos encontrados en aguas limpias. En Europa de acuerdo a (Kolkwitz & Marson 1909), han sido usados desde principios de siglo pasado, pero según lo indicado por (Hawkes 1979), en los 50's se analizó las respuestas de plantas y animales frente a contaminación directa. De hecho, Barbour (1997), escribe "la reinención de la evaluación biológica", señalando que el uso de la información biológica para la protección, manejo y explotación de los recursos acuáticos ha estado en desarrollo por más de 150 años y después de esta larga historia, sólo en las últimas décadas ha sido aceptada como un marco técnico de trabajo.

Es así como sólo después de los 80' los monitoreos biológicos comienzan a ser utilizados de manera extensiva en Estados Unidos, debido principalmente a que las técnicas clásicas de evaluaciones biológicas eran muy rigurosas en trabajo y los ecólogos centraban sus esfuerzos en desarrollar teorías ecológicas, dejando de lado la investigación aplicada, como lo indican (Jacobson & Jacobson 1997, Barbour 1997), como consecuencia, los sistemas naturales continuaban en franco deterioro. Sin embargo, agencias científicas como la US Clean Water Act tuvieron como tarea implementar las teorías ecológicas a la protección de los recursos acuáticos. En este intento, uno de los mayores esfuerzos fue interpretar efectos de la contaminación de tipo difusa y determinar el estatus de los cuerpos de agua de todo el país. Wallace (1990) comenzó a desarrollar para la U.S.EPA los protocolos de bioevaluación rápida, mientras que (PBR, Plafkin et al. 1989), abrió el desarrollo de este campo, especialmente, cuando introdujo la discusión en el selecto grupo de investigadores pertenecientes a la North American Benthological Society. Paralelamente en Europa se desarrollaron variados índices de evaluación biológica.

Europa continuaba con el desarrollo de índices, siendo incorporados a todas las normativas individuales a nivel país, como a nivel de la Comunidad Europea, según (Ghetti 1986, 2000) los más difundidos son el Índice Biotico Esteo, que de acuerdo a (Woodiwis 1964), es una modificación del Trent Biotic Index,

aplicado por normativa en Italia. En concordancia con (Armitage et al. 1983) El Biological Monitoring Working Party del Reino Unido y modificado según (Alba-Tercedor & Jiménez 1987) posteriormente para España, así como indica (De Pauw & Vanhooren 1983) para Bélgica, el Belgium Biotic Index y según (Moss et al. 1987, Wright 1995) se tiene a The River InVertebrate Prediction And Classification Scheme creado por Gran Bretaña. De la misma manera, según (Hilsenhoff 1977) adaptó el IB de Chutter según su publicación (Chutter 1972), desarrollado para ríos sudafricanos, expuestos también a ríos de Norteamérica, con lo que en función de lo dicho por (Hilsenhoff 1988), da origen al IBF siendo, en la actualidad uno de los más utilizados.

Para Australia también existe un buen desarrollo iniciado en 1995 con los trabajos de (Norris y Norris, 1995) sobre valoración de comunidades acuáticas, que va dando sustento al índice de macroinvertebrados SIGNAL (Chessman 1995, 2003) además del desarrollo de modelos predictivos de (Simpson y Norris 2000), conjuntamente elaborados por parte del National River Health Program en la búsqueda de establecer PBR de acuerdo a (Tiller y Metzelling 2002), adaptando el RIVPACS a aguas australianas, llamado AUSRIVAS (AUStralian RIVER Assessment System). En conclusión, el IB SIGNAL es la media aritmética de valores asignados a las familias de macroinvertebrados, como respuesta a contaminación antropogénica y es utilizado como herramienta de evaluación del AUSRIVAS, que es un modelo predictivo que se fundamenta en la estructura comunitaria de familias que pudieran existir en un río que tiene ciertas variables ambientales conocidas y sin impacto humano (Haase y Nolte, 2008). A pesar de su larga historia, los PBR también han sido criticados por perder sensibilidad al ser comparados con otros métodos que utilizan el nivel de especie como base (e.g. Taylor 1997), pero el IB SIGNAL, ha mostrado una alta correlación con muchas variables físicas y químicas de calidad de agua y tiene la capacidad de diferenciar entre sitios con diferentes grados y variedades de exposición antrópica (Hasse y Nolte 2008); también ha demostrado ser muy útil para evaluar recuperación de sistemas fluviales donde se han aplicado medidas de abatimiento de efluentes industriales que vierten sus desechos en ellos (Besley y Chessman 2008).

Los índices para determinar la calidad de un río, utilizando macroinvertebrados son varios, pero por facilidad estadística se los agrupó en tres: Los bióticos, Los que son de diversidad y aquellos denominados de similaridad. Los índices bióticos (IB), según (Figuerola et al, 2003), básicamente trabajan asumiendo que el nivel de tolerancia de los microorganismos cambia en función del tipo o concentración del contaminante al que han sido expuestos. La calidad biológica puede ser evaluada utilizando diferentes tipos de organismos pero los macroinvertebrados ofrecen ventajas sobre otros grupos de tipo biológico.

Para Sudamérica, los trabajos relativos son escasos. En Chile, el estudio sobre comunidades de macroinvertebrados también es pobre. Estudios específicos sobre la aplicación de IBs utilizando macroinvertebrados y su relación con otras variables ambientales publicados, solo se conocen los trabajos de Figueroa et al (2003, 2005 y 2007). El primero según (Hinselhoff 1988), es una adaptación y aplicación del (IBF) en aguas del río Damas, Osorno. Este estudio encuentra una buena correlación entre los resultados obtenidos y variables ambientales asociadas a carga orgánica y de nutrientes, relacionadas a la actividad agrícola de la zona, señalando que el método es eficiente y muy exigente. El segundo es una comparación de niveles taxonómicos para realizar estudios comparativos, con datos del río Damas, Osorno; río Estero Nonguén, Concepción y río Chillán, en Chillán. Este estudio (Figueroa et al., 2005) demuestra que un el nivel taxonómico de familia es aceptable en el uso de biocriterios. También señala que la mayoría de los trabajos más técnicos suelen llegar a “el nivel taxonómico más bajo posible” y en la mayoría de los casos “el más recurrente es el de familia”.

No existen estudios que expliquen si las obras hidráulicas han contribuido a la mejora de las condiciones ambientales de la quebrada Ortega y por ende de la población aledaña.

Por lo que en esta investigación se determina un proceso metodológico basado en el monitoreo e interpretación de parámetros físicos, químicos y biológicos; que permitan mantener un control de descargas ilícitas, de operación de los sistemas depuradores y de todas aquellas obras que fueron construidas con el objetivo de ayudar en la descontaminación de los ríos de Quito.

El estudio pretende definir el estado actual de la quebrada Ortega, a través de la contrastación del antes y el después de la construcción de colectores, interceptores y emisarios. Se analiza la recuperación o no de la calidad ambiental, y se comprueba si las inversiones en estas obras mejoran la calidad de vida de la población beneficiaria.

Se propone además un procedimiento para el monitoreo y control de la calidad ambiental en cursos hídricos urbanos, que permitirá a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) contar con una metodología para definir si las obras hidráulicas construidas para el saneamiento ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) cumplen con el objetivo para el cual fueron construidas.

A través de este estudio se complementa el análisis realizado por parte del Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales (DTAR) a la Línea Base de Calidad del Agua en la Quebrada Ortega, en lo que concierne con la definición

de periodos de lluvia y periodos secos, que permitan conocer los meses de mayor y menor dilución de contaminantes en este cuerpo de agua.

Por último, el estudio permite la esquematización de las áreas de aportación de caudales de aguas residuales y pluviales, que convergen hacia el sitio donde se prevé instalar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) proyectadas por la EPMAPS en el sur de la ciudad de Quito, sector Quitumbe.

1.1. ANTECEDENTES.

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), a través de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), implementó programas para buscar el saneamiento ambiental de la ciudad, a través de la depuración y recuperación de sus aguas, según (EPMAPS, Agua de Quito, 2016), se tienen: el Programa de Saneamiento Ambiental (PSA), el Programa para la Descontaminación de los Ríos de Quito (PDRQ) y el Plan de Control de Inundaciones y Optimización del drenaje.

(EPMAPS, Agua de Quito, 2016), indica que la implementación de estos programas y políticas se lo realizará a través de la construcción, operación y mantenimiento de obras en cursos hídricos que se encuentran atravesando la ciudad.

El objetivo principal de la descontaminación de las aguas de la quebrada Ortega fue recuperar su ecosistema y por ende el valor paisajístico y recreacional, además de eliminar la presencia de focos de contaminación que puedan causar enfermedades a sus habitantes.

Durante años las aguas residuales de los barrios Manuelita Sáenz, Cooperativa del Ejército Nacional, La Inmaculada y barrio Castillo, descargaban sus efluentes hacia la Quebrada Ortega, la misma que alimenta la cuenca del Río Machángara, incrementando con esto la contaminación antropogénica de dicho curso hídrico, en tal virtud, los impactos ambientales negativos generados al ecosistema y la obligatoriedad del cumplimiento de la legislación ambiental nacional y local, revisadas en el año 2015 para que mediante obras hidráulicas se intercepten y depuren dichas aguas residuales y así se logre recuperar los cursos hídricos como la Quebrada Ortega y sus afluentes, cuya longitud es de 2743,2 m. de cauce abierto, y 1254.7 m. ocupa un parque lineal. Con esto se consigue que el ambiente físico de los barrios antes mencionados tengan una mejor calidad y por consiguiente la población se beneficie manteniendo un entorno saludable que propicie bienestar emocional y psicológico. Otro de los

objetivos importantes de señalar es que con estas obras se disminuye la carga contaminante de aporte al Río Machángara.

Según (EPMAPS, Agua de Quito, 2016), el PDRQ también tiene como meta la construcción de PTARS; la primera se construyó e inauguró en Quitumbe y recibe las aguas residuales domésticas que ingresaban a la Quebrada Ortega.

En nuestro país existe una Legislación Ambiental a través de la cual se desarrolló este proyecto. (VER ANEXO No.1)

1.2. ALCANCE

En la actualidad los cursos hídricos de la ciudad de Quito, según (LOTTI, 2002) tienen varias alteraciones antrópicas, nombrando las principales se tienen: lixiviados industriales de tipo informal, residuos orgánicos de poblaciones; lo que ha generando un estado de degradación general; es así que deben existir métodos de control y monitoreo ambiental como indica (EPMAPS, Dpto. de Alcantarillado, 2014) en Ecuador, deben ser estandarizados y normados para su aplicación en la gestión del agua.

El estudio pretende obtener un Plan de Monitoreo para el Control de la Calidad Ambiental en la Quebrada Ortega, cuya área de influencia ha sido intervenida por la construcción de colectores, interceptores, control de inundaciones con cribas en laderas, parques lineales complementados con la implantación de un Sistema para la Depuración de las Aguas Residuales, a través de un estudio biótico, con la actualización de inventarios de especies de macroinvertebrados, determinación de especies de importancia ecológica, y análisis de los factores físicos, químicos y microbiológicos. Organismos como los macroinvertebrados presentan límites de tolerancia a cambios ambientales, por tal razón son usados como indicadores biológicos de la calidad de agua, lo que permite evaluar el estado de conservación de los sistemas acuáticos.

El estudio hidrológico e hidráulico de la Quebrada Ortega permite definir periodos de lluvias, caudales, cargas contaminantes, cobertura vegetal, uso del suelo, esquematización de industrias y su posibilidad de contaminación. Esto a partir de la medición de caudales en los cursos de agua, mediante la utilización de equipos electromecánicos. La toma de muestras se realizará de manera simple y los parámetros a definirse, serán los mismos mediante los cuales la EPMAPS realiza el control a los efluentes de sus Plantas Depuradoras de Aguas Residuales, complementándose con los datos obtenidos del Estudio de la Línea

Base de Calidad del Agua de la Cuenca Aportante a la PTAR Quitumbe año 2015.

Mediante el software ArcGis, tomando las capas dadas por parte de la EPMAPS, se define las áreas de aporte de aguas residuales que están interceptadas, para así poder definir puntos de muestreo y análisis que definirán la recuperación o no de la Quebrada Ortega.

Tomando los datos pluviométricos de las estaciones aledañas al sector de estudio pertenecientes al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), y las estaciones pertenecientes a la EPMAPS, se realiza una comparación con la toma de caudales antes descrita, con el objetivo de definir la influencia que tienen las lluvias en la dilución de contaminantes y su impacto en los macroinvertebrados acuáticos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivos Generales.

- Determinar la calidad ambiental de la Quebrada Ortega a través de la evaluación de indicadores de los componentes físico, químico, biótico y socio económico.
- Elaborar un procedimiento de monitoreo y control para cursos de agua urbanos, que permita determinar la eficiencia de las obras de saneamiento construidas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Comparar los estudios realizados durante el 2013 y 2014 referentes a la medición de caudales, análisis físicos, químicos y microbiológicos de la Quebrada Ortega, con los indicadores determinados por el grupo de investigación.
- Evaluar si el resultado de la interceptación de las aguas domésticas hacia el alcantarillado ha contribuido de forma determinante en la descontaminación de la Quebrada Ortega a través del análisis de parámetros físicos, químicos, biológicos y socio-económicos.

- Definir parámetros físicos, químicos, micro y macro biológicos de importancia para cursos de agua urbanos que permitan el control y monitoreo de descargas ilícitas.
- Elaborar un proceso metodológico para el muestreo mensual que permita el control y monitoreo de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y de macroinvertebrados.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

Previo a la realización de trabajos en campo, se inició una revisión bibliográfica amplia sobre estudios y análisis hechos con anterioridad en la zona de estudio, a nivel país y regional. Entre la documentación revisada, se tiene el “Diagnóstico Ambiental del Componente Natural de la Administración Zonal Quitumbe”, el mismo que fue realizado por la Empresa Calidad Ambiental durante el año 2010, así también “El Volumen V del estudio Diseños Definitivos de dos Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales para el sur de Quito FASE 1: FACTIBILIDAD que corresponde al Informe Ambiental” realizado durante el año 2012 por la empresa italiana Lotti.

A esta información y de acuerdo a lo indicado por (Barahona, 2014), se tiene cartografía del área de estudio, bibliografía acorde a los grupos taxonómicos a ser estudiados.

El estudio hidráulico, hidrológico y de indicadores biológicos de los puntos de monitoreo y muestreo definidos a lo largo de la Quebrada Ortega, permitió la medición de caudales, determinación de parámetros de drenaje, escorrentía, condiciones hidrológicas e hidráulicas del cuerpo de agua en estudio, obteniendo datos que determinaron períodos de lluvia y sequía del sector, y su correspondiente influencia en la concentración y dilución de contaminantes en el curso hídrico mencionado; así también se realizó la evaluación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos, con el fin de conocer el estado actual de la calidad del agua.

Se realizó un análisis comparativo entre los resultados de este estudio (2015 - 2016) con la información secundaria sobre caudales y resultados de los análisis Físicos, químicos y microbiológicos otorgados por el Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales de la EPMAPS (2012, 2013 y 2014).

También se realizó una evaluación sobre la aprobación, conocimiento y puntos de vista por parte de la comunidad respecto a las obras realizadas y el impacto que estas han tenido en su entorno; esto a través de encuestas elaboradas por el grupo de investigación.

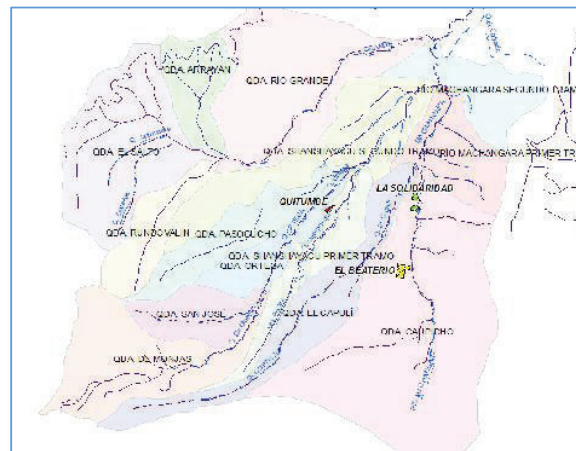
2.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LAS OBRAS DE SANEAMIENTO EN LA QUEBRADA ORTEGA.

La EPMAPS, a través de la Gerencia de Operaciones y el Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales, ejecutó en el año 2014, el “Proyecto Piloto para el Levantamiento de la Línea Base de Calidad de agua en el Área aportante a la PTAR proyectada en el sector de Quitumbe”, con el objetivo principal de levantar una línea base de los cursos hídricos urbanos, a través del monitoreo y muestreo, identificando las descargas críticas provenientes de industrias y comercios, a fin de prevenir y controlar el ingreso al sistema de alcantarillado de contaminantes tóxicos, que puedan interferir en los procesos biológicos de la PTAR Quitumbe.

Con este antecedente, como grupo de trabajo de titulación de Maestría, se adoptó la misma área de influencia para el análisis físico, biótico y socio económico; esta área se definió considerando los siguientes criterios técnicos:

De acuerdo a (Barahona, 2014), la definición de los puntos de monitoreo, se basó en gran parte por la información obtenida del Plan de Saneamiento Ambiental (PSA) y el Departamento de Alcantarillado, especialmente el mapa de las áreas de aporte a los cuerpos hídricos del Sur de Quito y el mapa de la microcuenca aportante a la PTAR Quitumbe.

FIGURA 2.1. ÁREAS APORTANTES A LAS QUEBRADAS DEL SUR DE QUITO

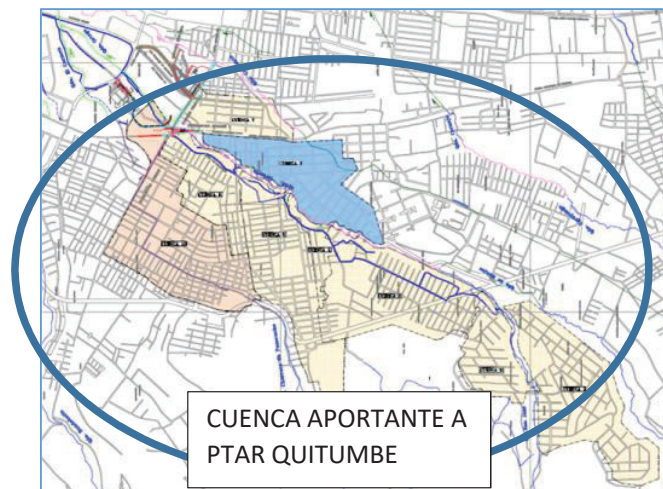


FUENTE: (EPMAPS, Dpto. de Alcantarillado, 2014)
ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Se consideró dividir a la microcuenca en 3 secciones, la parte alta, media y baja, tomando como base teórica el grado de contaminación que éstas pueden tener; así también se analizaron los afluentes a la Quebrada Ortega para contrastar los resultados y hacer un mejor análisis de la información.

Mediante el software ArcGis, se levantaron las capas del Sistema de Información Geográfica (SIGINFO), para contrastar con la información de campo recogida y trazar así el área de influencia y de estudio respectiva.

FIGURA 2.2. CUENCA APORTANTE PTAR QUITUMBE

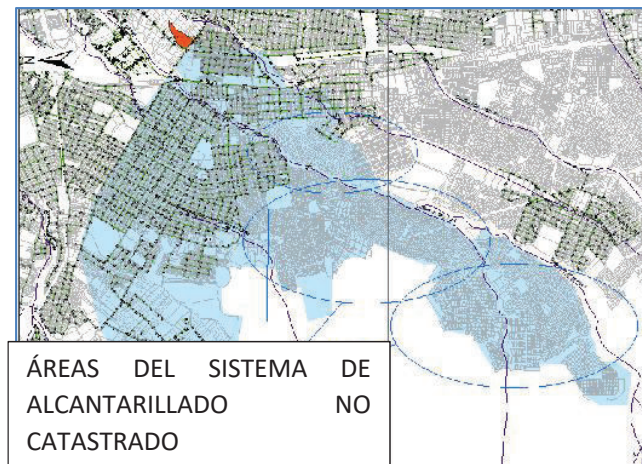


FUENTE: (EPMAPS, Dpto. de Alcantarillado, 2014)

ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

También se consideró el flujo del sistema de alcantarillado del sector, para así analizar las áreas de aporte respectivas y con esto, limitar la zona a solo las áreas que aportan con agua hacia la Quebrada Ortega.

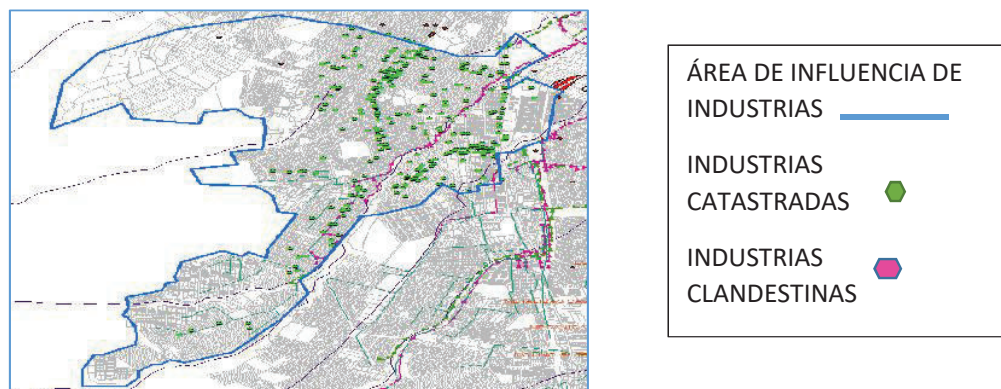
FIGURA 2.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



FUENTE: (EPMAPS, Dpto. de Alcantarillado, 2014)
ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Otro factor importante en la definición de los puntos de muestreo fue la ubicación de las industrias representativas en el sector y su posible afectación al curso hídrico, por lo que colocando la capa de industrias, se trazó un área que abarque a todas las industrias y cuáles de ellas aportan a la Quebrada Ortega.

FIGURA 2.4. LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS EN ZONA APORTANTE A LA PTAR QUITUMBE



FUENTE: (EPMAPS, Dpto. de Alcantarillado, 2014)
ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

2.2. TEMPORALIDAD DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Este estudio consideró abarcar la influencia de la contaminación antropogénica sobre la calidad biológica del agua en la Quebrada Ortega y sus afluentes, dentro del área aportante a la PTAR Quitumbe, que servirá en la recuperación de este curso hídrico.

La toma de decisión sobre los puntos de muestreo se lo realizó de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- a. Identificación de la microcuenca aportante a la PTAR Quitumbe de la EPMAPS.
- b. Identificación de quebradas circundantes.
- c. Altura (msnm).
- d. Accesibilidad a los puntos de muestreo.
- e. Estaciones meteorológicas.
- f. Climatología.
- g. Caudal aportante.
- h. Índices ecológicos.

a. Identificación de la Microcuenca.

A través del sistema SIGINFO, de la EPMAPS, el cual cuenta con las capas de información en el programa ArcGIS, se realizó la identificación de la microcuenca, complementada con la información proporcionada por el Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales y Programa de Saneamiento Ambiental de la EPMAPS.

b. Identificación de Quebradas circundantes.

Se tomó cuatro puntos de estudio dentro de la Quebrada Ortega, la cual está conformada por dos aportantes; así:

- Quebrada Monjas punto 1
- Quebrada Monjas punto 2
- Quebrada San José
- Quebrada Ortega

TABLA No. 2.1: COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE AFORO

COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE AFORO					
	Q. Monjas 1	Q. Monjas 2	Q. San José	Q. Ortega	Q. Sanshayacu
	SITIO # 1	SITIO # 2	SITIO # 3	SITIO # 4	SITIO # 5
LONGITUD	769059 E	770230 E	768568 E	771324 E	772534 E
LATITUD	9962848 N	9963829 N	9963961 N	9966228 N	9966987 N
COTA	3380	3120	3280	2980	2940
NOTA: Las coordenadas del sitio # 1 estan tomadas a una distancia de 20 mts aproximadamente al sitio de aforo					

FUENTE: (EPMAPS Dpto. Hidrología, 2016)

ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

c. Altura.

Se determinó la altura a la cual se encuentran los puntos como línea base para el desarrollo de la metodología, de esta forma se realizó el diagnóstico de la microcuenca.

d. Accesibilidad a los puntos de muestreo.

Se determinaron los puntos de acuerdo a la accesibilidad física de los mismos, lo que se mide en función de: seguridad física del personal, ingreso vehicular, traslado de equipos y materiales de campo, estuarios en los que se pudo determinar caudales y hábitats en donde se constató la existencia de macroinvertebrados.

e. Estaciones Meteorológicas

Se identificó mediante los mapas respectivos, tanto las estaciones del INAMHI, así como de la EPMAPS que se encuentren cerca de nuestra zona de estudio, teniendo las siguientes:

- Chillogallo Buenaventura
- Atacazo
- El Troje
- Izobamba

f. Climatología.

La climatología se lo realizó analizando las épocas de lluvia y seca respectivamente, para lo cual se analizó el estudio realizado en 2014 por parte del DTAR, en el que se definió los meses del año en los que se puede tener la presencia o no de lluvias en la zona de estudio.

g. Caudal

Se tomó en cuenta el caudal (m^3/s) durante las distintas épocas del año (lluviosa/ seca), a través de un micro molinete, que registra la velocidad del agua a diferentes calados en el curso de agua, para que mediante el área transversal de la misma, obtener el caudal respectivo.

Esta medición se la realizó en cada proceso de muestreo, con el fin de obtener la influencia de la cantidad de agua en la presencia de macroinvertebrados.

h. Índices ecológicos.

Para la captura de macroinvertebrados acuáticos, según lo indica (Roldán G. , 1996), se empleó como herramienta la “red surber”, removiendo los hábitats en los sitios determinados como estaciones de monitoreo en un minuto, buscando cubrir 1/3 de metro cuadrado de área por punto de monitoreo.

Simultáneamente durante la toma de macroinvertebrados, se tomaron muestras de agua para llevarlos a laboratorio, en donde se determinaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos respectivos, de acuerdo a la normativa ambiental vigente y el alcance de esta investigación.

Para la valoración del índice de calidad biológica BMWP/Col, de acuerdo a (Zamora-Muñoz y Alba-Tercedor, 1996), se empleó la escala de severidad de la cual contempla un rango de < 15 a > 150 , de acuerdo a la sensibilidad de los organismos frente a la contaminación, así tenemos: < 15 indican aguas muy críticas, 16-35 críticas, 36-60 aguas dudosas, 61-100 aceptable, 101-150 o > 150 aguas de buena calidad. Se analizó un total de 24 muestras biológicas, ocho para cada muestra y tiempo de muestreo. Es importante que en todos los puntos de muestreo, las muestras se hayan recogido con la misma metodología de recolección y que contengan la misma magnitud de muestras en una localidad.

2.3. MEDICIÓN DE CAUDALES EN LOS PUNTOS DE MUESTREO.

Para este estudio, el trabajo se dividió en una parte de investigación de campo, así como de muestreo, aforo y determinación de la cantidad de agua que circula a través de la quebrada Ortega y sus principales afluentes. También se realizó el levantamiento de datos históricos a través de las estaciones meteorológicas del INAMHI en lo concerniente a la pluviosidad de la zona.

La mayor parte de la información hidrológica directa se obtuvo en puntos de observación y medición denominados estaciones hidrométricas.

En las estaciones hidrométricas se tomó información del cuerpo de agua relativa a caudal. Para la medición de las velocidades de las corrientes se emplearon los molinetes.

El caudal puede medirse por diferentes métodos. La elección del método de aforo dependió de las condiciones específicas de cada sitio; la mayoría de estos métodos están basados en la medición de la velocidad y el área en una sección transversal determinada.

Los datos obtenidos tanto de pluviosidad como caudales en la quebrada Ortega, son tratados estadísticamente para generar resultados acorde a la realidad de este cuerpo de agua, dentro del punto de vista de la cantidad de agua, épocas secas y lluviosas.

De acuerdo a (Henaos, 1988), el funcionamiento de una cuenca se asemeja al de un colector que recibe la precipitación y la convierte en escurrimiento. Por lo tanto (Henaos, 1988) considera que esta transformación depende de las condiciones climáticas y las características físicas de la cuenca.

Desde el punto de vista de su funcionamiento, (Henaos, 1988; Mintegui Aguirre & López Unzú, 1990; Gaspari, 2002; Gaspari et al., 2009) determina que una cuenca hidrográfica puede caracterizarse por su morfología, por la naturaleza del suelo y por la cobertura vegetal y uso del suelo

Según (Llano, 1998), la influencia de estos factores sobre la transformación de la precipitación en escurrimiento es fácilmente intuible cualitativamente, estribando la dificultad en expresar estas influencias mediante parámetros sencillos. Sin embargo, (Llano, 1998) considera que es posible definir cierto número de índices, susceptibles de servir, al menos de referencia, en la clasificación de cuencas y de facilitar los estudios de semejanza.

ANÁLISIS DE CAUDALES

De acuerdo a (Tutoriales, 2016), en general las cuencas receptoras presentarán varios tipos de suelos, coberturas naturales o artificiales y pendientes variables.

Es así que se vuelve imperioso determinar el Coeficiente de Escorrentía mediante la obtención de un promedio ponderado de todos y cada uno de los coeficientes parciales en cada zona.

$$C_{Ponderado} = \frac{\sum C_i * A_i}{A_t} \quad (2.1.)$$

Según (Ortuño, 2016), la Intensidad de Lluvia, será el caudal que escurre o atraviesa una superficie, en otras palabras, hablamos del volumen de agua que cae por unidad de tiempo, medido en mm/h.

La intensidad de lluvia utilizada y calculada será en función de la aplicación del Método Racional, según (Ortuño, 2016), sería la que corresponda a un periodo de retorno “Tr” y una duración similar al tiempo de concentración “tc”.

Determinación de Condiciones de Escorrentía.

De acuerdo a lo dicho por (Rojas, 2009), “la escorrentía es el agua generada por una cuenca en forma de flujo superficial y por tanto constituye la forma más disponible del recurso”.

Según (Rojas, 2009), “la infiltración es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo”. La capacidad de infiltración de acuerdo a (Rojas, 2009), “es la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones, valor que es variable en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma al suelo, y la mayor o menor compactación que tiene el mismo”.

Factores que afectan la infiltración

- Condiciones de superficie
- Características del terreno
- Condiciones ambientales

Tabla No. 2.2. COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO

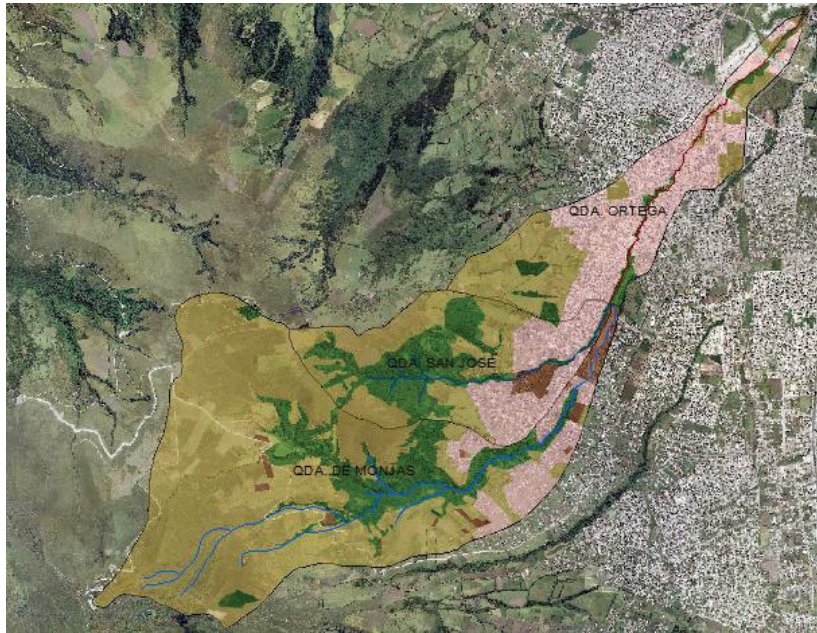
TIPO DE SUPERFICIE	T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años
SUPERFICIE URBANIZADA E IMPERMEABLE					
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90
Hormigón	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92
SUPERFICIE URBANIZADA CON AREAS VERDES					
a) Cobertura vegetal menor al 50% de la superficie total, con pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44
• 2% y 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
• Superior al 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52
b) Cobertura vegetal entre el 50 y el 75% de la superficie total, con pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37
• 2% y 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45
• Superior al 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49
c) Cobertura vegetal superior al 75% de la superficie total, con pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32
• 2% y 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42
• Superior al 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
SUPERFICIE NO URBANIZADA					
a) Sin cobertura vegetal y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.36	0.37	0.38	0.41	0.44
• 2% y 7%	0.41	0.42	0.43	0.46	0.49
• Superior al 7%	0.46	0.47	0.48	0.50	0.53
b) Con cultivos agrícolas y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43
• 2% y 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48
• Superior al 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51
c) Con pastizales y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37
• 2% y 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45
• Superior al 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49
d) Con bosques y matorrales y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35
• 2% y 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43
• Superior al 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48

FUENTE: (SHISHILAD, 1996)

Usos del Suelo.

Para determinar el mapa de usos se empleó el programa computacional ArcGis, que es un software de procesamiento geoespacial, con el que se definieron las características de la microcuenca, según se indica en la Figura No. 2.5.

FIGURA No. 2.5. USOS DEL SUELO.



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)
ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

A partir del gráfico, se dividieron a las áreas en:

- Bosque
- Césped
- Techos
- Calles
- Tierra

Para el cálculo del caudal de diseño, se lo hizo a través del método Racional:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6} \quad (2.2.)$$

Donde:

C = Coeficiente de Escorrentía

A = Área

I = Intensidad de Lluvia

Q = Caudal

El método racional supone la generación de esorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. Debido a esto, para la aplicación del mismo se debe comprobar que ninguno de estos factores pueda resultar relevante en el cálculo:

- a. Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
- b. Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares.
- c. Accidentales de cualquier clase.
- d. Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
- e. Aportaciones procedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros.
- f. Caudales que afloren en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

De manera general, estas condiciones se cumplen en cuencas cuya área sea inferior a 50 km², por lo que se recomienda su empleo en estos casos. Para el resto de escenarios, la aplicabilidad de los métodos estadístico e hidrológico, se presentan como procedimientos más adecuados.

Para el cálculo de la intensidad, se utilizarán las curvas I.D.F., (Intensidad Duración Frecuencia), obtenidas del Proyecto Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y Área Metropolitana de Quito "SISHILAD", las mismas que se realizaron bajo convenio entre la EPMAPS, INAMHI y ORSTOM.

Cabe mencionar que el ámbito de aplicación de la ecuación I.D.F, de la estación Izobamba es aplicable para la zona Sur de Quito, particularmente en sectores que se ubiquen en las faldas orientales del cerro Atacazo.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración "tc", de acuerdo a (Ortuño, 2016), "es el tiempo que se demora una partícula de agua en recorrer desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio donde se localiza el punto de estudio", puede estar determinado en minutos para eventos de menor importancia o en horas para eventos significativos.

Según (Ortuño, 2016), el método racional asume que la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración.

El tiempo de concentración “tc” se obtiene como un todo mediante la siguiente expresión empírica llamada California o Kirpich:

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385} \quad (2.3.)$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud del cauce o río de drenaje (metros)

ΔH = Diferencia entre cotas superior e inferior (metros)

De acuerdo a (Kirpich, 1940), esta ecuación se obtuvo en un inicio para cuencas de Tennessee y Pensilvania y se la utilizó en este estudio, debido a que, según (Kirpich, 1940), la misma fue obtenida y ha sido validada para cuencas cuya área sea superior a 200 ha, para cuencas de menor tamaño, existen otras alternativas de cálculo, que será a elección del diseñador adoptar, de acuerdo a las características de su zona de estudio.

INTENSIDAD DE LLUVIA

A continuación se indica la ecuación IDF correspondiente a la estación pluviográfica Izobamba, de donde se obtuvo la intensidad necesaria para el cálculo del caudal de escurrimiento en la microcuenca de la quebrada Ortega.

TABLA No. 2.3. DATOS INAMHI ESTACIÓN IZOBAMBA

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD m.s.n.m.	ECUACIÓN IDF
IZOBAMBA	0°22'0" S	78°33'0" W	3058	$I = \frac{74.7140 \times T^{0.0888}}{t^{1.6079}} \times [\ln(t + 3)]^{3.8202} \times (\ln T)^{0.1892}$

FUENTE: (SHISHILAD, 1996).

ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

$$I = \frac{74.7140 * T^{0.0888}}{t^{1.6079}} * [\ln(t + 3)]^{3.8202} * (\ln T)^{0.1892} \quad (2.4.)$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

T = Periodo de retorno (años)

t = Duración de la lluvia "tc" (minutos)

Reemplazando los valores obtenidos de coeficiente de escurrimiento "C", intensidad máxima "I" y área de aportación "A", en la ecuación del método racional se obtuvo el caudal de escurrimiento.

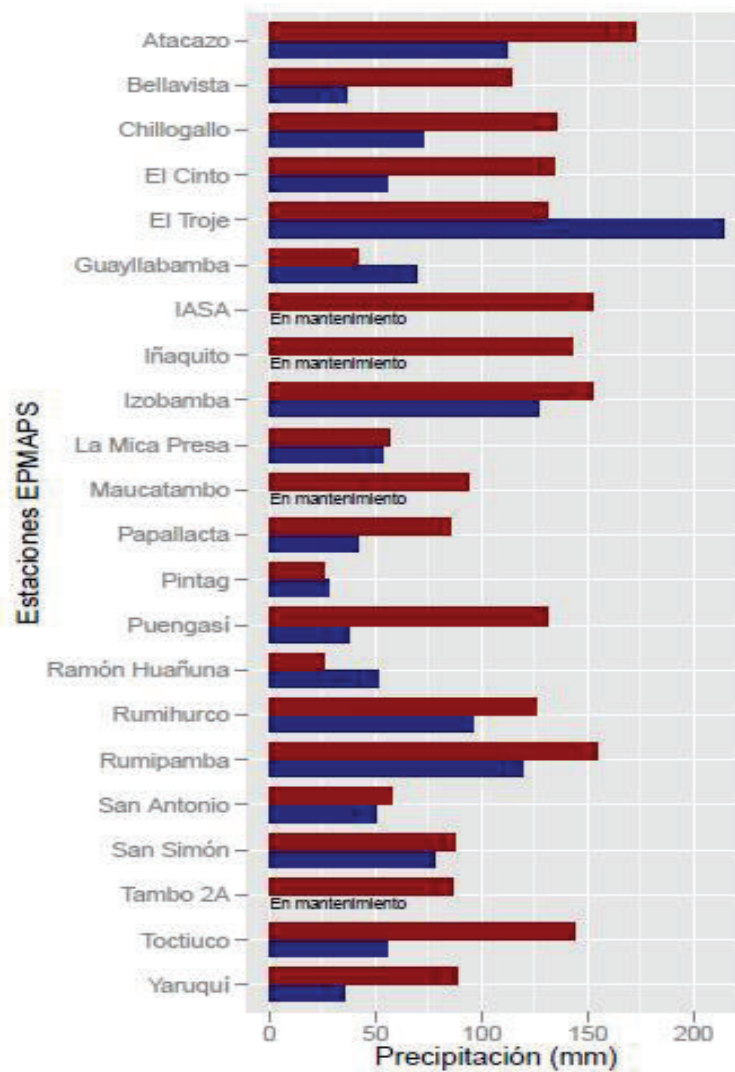
2.4. REGISTROS METEOROLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

En el manejo de la información pluvial, de acuerdo a (Oñate, 2012), para varias aplicaciones hidrológicas, es necesario conocer la altura de la lámina de agua sobre un área determinada, lo que es factible establecer si se cuentan en la zona con datos puntuales. Según (Oñate, 2012), cuando la lámina de agua está referida a una cuenca hidrográfica, hablamos de la precipitación media de una cuenca.

En estas condiciones, la precipitación media de una cuenca, es la altura de lámina que se formaría sobre la superficie de una cuenca a consecuencia de las lluvias en ella registradas, esto es un caso ideal, ya que las condiciones del suelo y la forma de distribución espacial de las lluvias lo imposibilitan. En función del periodo considerado y de acuerdo a (Oñate, 2012), la precipitación media puede ser diaria, mensual, anual, plurianual, entre otras.

Según (EPMAPS, BOLETÍN DE LLUVIAS DMQ, 2016), se cuentan con 22 estaciones pluviométricas con cobertura sobre la ciudad de Quito y el área de proyectos de la EPMAPS; así:

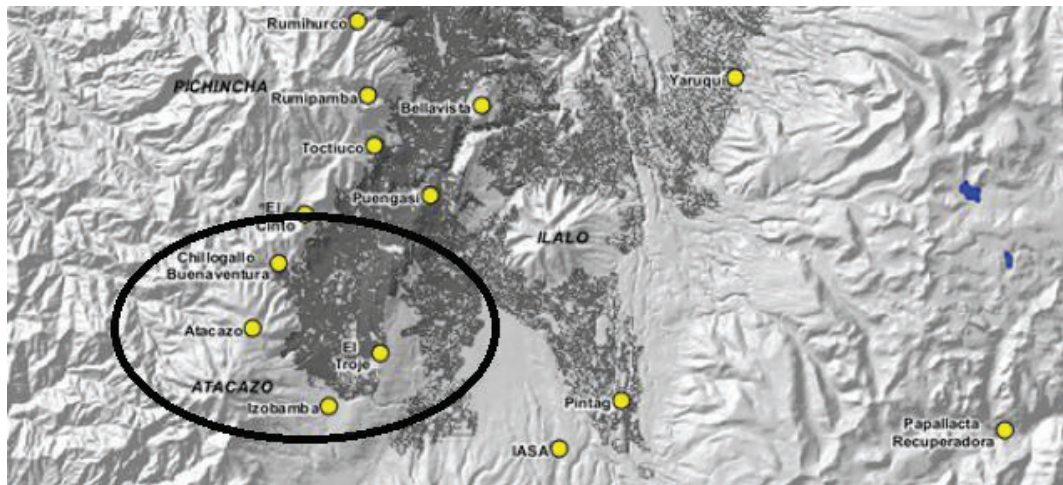
FIGURA 2.6.: ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EPMAPS 2016



FUENTE: (EPMAPS, BOLETÍN DE LLUVIAS DMQ, 2016)

De estas estaciones, dentro del área de estudio de la Quebrada Ortega, tenemos:

- Chillogallo Buenaventura
- Atacazo
- El Troje
- Izobamba

FIGURA 2.7: ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

FUENTE: (EPMAPS, BOLETÍN DE LLUVIAS DMQ, 2016)

ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

2.5. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Las propiedades morfométricas de una cuenca hidrográfica, nos proporcionaron una descripción física espacial que permitió realizar un análisis de las condiciones de la misma, determinando si es favorable para la implantación de un proyecto; al mismo tiempo, proporcionó conclusiones preliminares sobre las características ambientales del área de implantación a partir de la descripción precisa de la geometría de las formas superficiales.

Actualmente existen herramientas metodológicas tales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la interpretación de imágenes satelitales que permiten realizar la caracterización espacio temporal de las propiedades morfométricas de las cuencas hídricas y de las redes de drenaje.

La morfometría pretende hallar parámetros que sirvan para caracterizar un ambiente geomorfológico y que, además, sean susceptibles de un tratamiento estadístico o matemático a fin de disminuir la influencia de la subjetividad en las conclusiones que se deriven de esos parámetros. En particular, la morfometría de cuencas queda definida por su forma, relieve y drenaje, para lo cual se ha establecido una serie de parámetros, que a través de ecuaciones matemáticas, sirven de referencia para la clasificación y comparación de cuencas. (Tragsa-Tragsatec, 1994).

PARÁMETROS GENERALES:

(Llano, 1998); Estima que la información mínima que se debe conocer para tener una primera idea de la naturaleza y comportamiento de una cuenca son los siguientes:

Delimitación de la cuenca hidrográfica:

Según (Llano, 1998), los cauces de los ríos siempre se encuentran en la parte más baja del terreno, por esta razón entre dos cauces existe una línea divisoria más alta llamada *divortium aquarum*, por lo que trazando una línea por la divisoria de aguas que rodea al río en estudio y todos sus afluentes, se delimitó el área que drena todas las aguas precipitadas hacia el curso hídrico de interés.

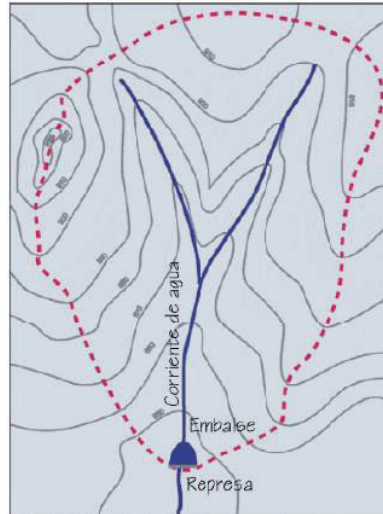
Para la demarcación se consideró:

- Mapa a escala conveniente, en el que figuraron la microcuenca y sus áreas aledañas
- La divisoria de aguas pasó por los puntos más altos que separan una cuenca de otra.
- Las curvas de nivel se cortaron perpendicularmente, así estas sean rectas (paralelas al cauce), cóncavas (si se va de un punto más alto a uno más bajo) o convexas (si se va de un punto más bajo a un más alto)
- La divisoria de agua solo cortará el cauce en el punto de interés.

ÁREA DE LA CUENCA.

Es el tamaño de la superficie de la cuenca en km², este es uno de los parámetros más importantes, debido a que es la base para el cálculo de otros parámetros hidrológicos. (Fuentes, 2004)

Figura No. 2.8. TRAZADO DE UNA CUENCA



Fuente: (Valdivieso, 2010)

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL.

De acuerdo a (Jardí, 1985), es la distancia entre la salida y el punto más alejado de la cuenca.

ANCHO PROMEDIO DE LA CUENCA

De acuerdo a (Oguerre, 2016), es la relación entre el área (A) de la cuenca y la longitud del cauce principal (La) determinada:

$$W = \frac{A}{L_a} \quad (2.5.)$$

Donde:

A: Área de la cuenca en Km².

La: Longitud cauce principal en Km.

DESNIVEL ALTITUDINAL

(Ecología, 2004), considera que es el valor de la resta entre cotas, entre la más alta y más baja de la cuenca

$$DA = HM - Hm \text{ (2.6.)}$$

Donde:

HM: Cota más alta de la cuenca por donde pasa el cauce principal en m.

Hm: Cota más baja de la cuenca por donde pasa el cauce principal en m.

Parámetros de forma:

Según (Oñate, 2012), la forma de una cuenca determina el comportamiento hidrológico de la misma.

FACTOR DE FORMA (Kf)

El factor de forma, se determina de la siguiente manera:

$$Kf = \frac{A}{La^2} \text{ (2.7.)}$$

Donde:

A: Área de la cuenca, en Km².

La: Longitud cauce principal en Km.

COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc)

Kc es un coeficiente adimensional que relaciona:

$$Kc = \frac{P}{2 * \sqrt{\pi * A}} \text{ (2.8.)}$$

Donde:

P: Perímetro de la cuenca, en Km.

A: Área de la cuenca, en Km².

Parámetros de Drenaje:

Entre ellos se tienen:

PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL (S):

De acuerdo a (Llano, 1998), es la relación existente entre el desnivel altitudinal del cauce principal (DA) y su longitud (La), se expresa con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{DA}{La} \quad (2.9.)$$

Donde:

DA: Desnivel altitudinal del cauce principal en Km.

La: Longitud cauce principal en Km.

DENSIDAD DE DRENAJE (DD):

La densidad de drenaje se determinó en función de:

$$Dd = \frac{\sum Lc}{A} \quad (2.10.)$$

Donde:

A: Área de cuenca hidrográfica en Km².

Lc: longitud de las corrientes efímeras, intermitentes y perennes de la cuenca en Km.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (tc):

Se determina de acuerdo a (Kirpich, 1940) utilizando su ecuación, la cual se describe a continuación:

$$tc = 3.989 * La^{0.77} * S^{-0.385} \text{ (2.11.)}$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración en minutos.

La: Longitud cauce principal en Km.

S: Pendiente media del cauce principal en Km/Km.

2.6. MUESTREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

Para nuestra investigación, se realizó el muestreo en función de lo descrito en el Instructivo dado por parte de la EPMAPS, ya que al realizar los análisis en su laboratorio, como normas de calidad, todos los procedimientos debieron guiarse de acuerdo a sus políticas; así, tenemos lo siguiente:

Tipos de muestras

Se tienen varios tipos de muestras que pueden ser recolectados para conocer las características de un cuerpo de agua, Según (EPMAPS, 2013) tenemos:

- a. Muestra simple
- b. Muestra compuesta
- c. Muestra integrada

Se tomaron muestras simples en los puntos definidos anteriormente, esto debido a las características de los puntos y la seguridad que representaba colocar equipos muestreadores automáticos.

Para garantizar que la muestra mantenga las propiedades y características del cuerpo de agua en estudio, (EPMAPS, 2013) recomienda utilizar una cadena de custodia, que no es más que una serie de procedimientos que permitan garantizar la integridad de la muestra desde su toma hasta el respectivo análisis en el laboratorio; así:

Cadena de custodia

- Rótulos de muestras
- Sellos de muestras
- Libro de registro de muestras
- Registro de la carta de custodia
- Hoja de remisión de muestras
- Transporte de las muestras al laboratorio
- Recepción y registro de muestras
- Análisis de las muestras

Es así que como grupo de investigación realizamos lo siguiente:

a. Rótulos de muestras

Las mismas fueron dadas por parte de la EPMAPS. En la etiqueta se incluyó la siguiente información de acuerdo a la Figura 2.9.:

FIGURA No. 2.9. EJEMPLO DE RÓTULACIÓN DE MUESTRAS

DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
	PRESERVANTE
NOMBRE DE MUESTRA:	
PROCELENCIA:	
LUGAR DE MUESTREO:	
FECHA:	
NÚMERO DE MUESTRA:	RESPONSABLE:

FUENTE: (EPMAPS, 2013)

b. Sellos de muestras

La cinta adhesiva se utilizó para este fin, con el objetivo de que en las mismas se impidan pérdidas falsificación.

c. Libro de registro

Se anotó, número y volúmenes de muestras, detalle del punto de monitoreo método de muestreo, fecha y hora, así como el nombre del muestreador, método de transporte, fotografías del punto de monitoreo.

d. Carta de custodia

Se llenó la carta de custodia para cada muestreo con la información antes indicada.

e. Hoja de remisión de muestras

A las muestras se les asignaron unas hojas de remisión, la misma que fue llenada por la persona responsable del muestreo, con la siguiente información:

- Persona que recibe la muestra
- Número de muestra
- Fecha de recepción de la muestra
- Parámetros a Ensayar

f. Transporte de la muestra al laboratorio

La muestra se transportó en camioneta 4x2 de manera inmediata al proceso de muestreo, acompañada de la carta de custodia y la hoja de remisión de la muestra.

g. Recepción y registro de la muestra

En el laboratorio se recibió la muestra, donde se verificó sus condiciones de seguridad; revisándose sellos y rotulación, para así poder realizar una comparación con lo escrito en la carta de custodia.

h. Análisis de la muestra

Recipientes para las muestras

Se utilizaron frascos de plástico y vidrio según correspondió

Cantidad

Dos litros de muestra para los análisis fisicoquímicos. Para ensayos químicos y bacteriológicos los métodos de muestreo y manipulación son diferentes.

Preservación de muestras

Las muestras se obtuvieron del sitio de muestreo para su posterior conservación, transporte y almacenamiento de tal forma que estas sean representativas del cuerpo de agua en estudio

Se realizaron los siguientes ensayos a las muestras recolectadas en época de lluvia y seca, como se describe en la Tabla No. 2.4.; así:

TABLA No. 2.4. PARÁMETROS A ENSAYARSE

No.	PARÁMETRO	MÉTODO	REFERENCIA DEL MÉTODO ESTÁNDAR MÉTODOS	UNIDAD	EXPRESADO COMO	MÍNIMO DETECTABLE	MÁXIMO DETECTABLE
1	TEMPERATURA MUESTRA	DE CAMPO Y LABORATORIO	SM/2550 B.	°C	°C MUESTRA	0,1	100,0
2	pH	ELECTROMÉTRICO	SM/4500-H ⁺ B.	--	pH	0,00	14,00
3	OXÍGENO DISUELTO (OD)	ELECTRODO DE MEMBRANA	SM/4500-O G.	mg/L	OD (ELECTRODO)	0,01	12,00
4	COLOR REAL	COMPARACIÓN VISUAL	SM/2120 B.	U Pt-Co		5	10000,0
5	CONDUCTIVIDAD	ELECTRÓDO	SM/2510 B.	uS/cm	CONDUCTIVIDAD	1,0	1999,0
6	*TURBIDEZ	NEFELOMÉTRICO	SM/2130 B.	NTU	TURBIDEZ	5,00	1000
7	SÓLIDOS TOTALES	SOLIDOS TOTALES SECADOS A 103-105°C	SM/2540 B.	mg/L	ST (GRAVIMETRICO)	1	100000
8	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	ELECTRÓDO	SM/2510 B.	mg/L	STD (ELECTRODO)	1,0	1999,0
9	*SÓLIDOS SUSPENDIDOS	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS SECADOS A 103-105°C	SM/2540 D.	mg/L	S.SUSPENDIDOS	50	100000
10	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES	SOLIDOS, RESIDUALES Y VOLÁTILES CALCINADOS A 550°C	SM/2540 E	mg/L	S.SUSPENDIDOS V.	50	100000
11	FÓSFORO TOTAL (P)	PERSULFATO	SM/4500-P J.	mg/L	P TOTAL	0,01	100,00

CONTINUACIÓN TABLA No. 2.4. PARÁMETROS A ENSAYARSE							
12	NITRITOS (NO ₂ ⁻)	COLORIMÉTRICO	SM/4500-NO ₂ ⁻ B.	mg/L	NO ₂ ⁻	0,05	1,00
13	NITRATOS (NO ₃ ⁻)	SCREENING ESPECTROFOTOMÉTRICO ULTRAVIOLETA	SM/4500-NO ₃ ⁻ B.	mg/L	NO ₃ ⁻	0,05	50,00
14	*NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	MACRO-KJELDAHL	SM/4500-Norg B.	mg/L	NTK (KJELDAHL)	10,00	500,00
15	*NITRÓGENO DE AMONIACO	TITULOMÉTRICO	SM/4500-NH3 C.	mg/L	N-NH ₃	8,00	300
16	SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	TURBIDIMÉTRICO	SM/4500-SO ₄ E.	mg/L	(SO ₄ ²⁻) (TURBIDIMÉTRICO)	10,0	2000
17	ALUMINIO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 D	mg/L	Al	0,03	1000
18	*ARSÉNICO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3114 C/Met 5.4.5.1	mg/L	As	0,001	1000
19	*CADMIO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 B	mg/L	Cd	0,002	1000
20	*COBRE	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 B/Met 5.4.5.5	mg/L	Cu	0,010	1000
21	*CROMO TOTAL	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 B	mg/L	Cr	0,006	1000
22	*HIERRO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 B//MET 5.4.5.2	mg/L	Fe	0,015	1000
23	*MANGANESO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 B//MET 5.4.5.3	mg/L	Mn	0,013	1000

CONTINUACIÓN TABLA No. 2.4. PARÁMETROS A ENSAYARSE									
24	MERCURIO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3112 B	mg/L	Hg	0,001	1000		
25	PLOMO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 B	mg/L	Pb	0,010	1000		
26	SELENIO	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3114 C	mg/L	Se	0,001	1000		
27	*NÍQUEL	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	SM 3111 B	mg/L	Ni	0,010	1000		
28	*DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	PRUEBA DBO 5 DÍAS	SM/5210 B	mg/L	DBO ₅	10	5000		
29	*DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	REFLUJO CERRADO, COLORIMÉTRICO	SM/5220 D.	mg/L	DQO	50	10000		
30	FENOLES	FOTOMÉTRICO DIRECTO	SM/5530 D.	mg/L	FENOLES TOTALES	0,01	5,00		
31	GRASAS Y ACEITES	PARTICIÓN INFRARROJO	SM/5520 C.	mg/L	GRASA Y ACEITE	0,01	400,00		
32	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH)	PARTICIÓN INFRARROJO	SM/5520 F.	mg/L	TPH	0,01	400,00		
33	TENSOACTIVOS ABS (MBAS)	SURFACTANTES ANIÓNICOS COMO MBAS	SM/5540 C.	mg/L	MBAS	0,01	50		
34	CLORDANO	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8081 A MODIFICADO	ug/l	CLORDANO	0,002	-		
35	LINDANO	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8081 A MODIFICADO	ug/l	LINDANO	0,002	-		

CONTINUACIÓN TABLA No. 2.4. PARÁMETROS A ENSAYARSE							
36	TRANS-CLORDANO	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8081 A MODIFICADO	ug/l	TRANS-CLORDANO	0,002	.-
37	DDT Y METABOLITOS	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8081 A MODIFICADO	ug/l	DDT Y METABOLITOS	0,002	.-
38	ALDRÍN Y DIELDRÍN	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8081 A MODIFICADO	ug/l	ALDRÍN Y DIELDRÍN	0,002	.-
39	ENDRÍN	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8081 A MODIFICADO	ug/l	ENDRÍN	0,002	.-
40	CLOROPYRIFOS	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8141 A MODIFICADO	ug/l	CLOROPYRIFOS	0,02	.-
41	DIMETHOATE	POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	EPA 8141 A MODIFICADO	ug/l	DIMETHOATE	0,02	.-
42	COLIFORMES TOTALES	ENZIMA SUBSTRATO	SM/9223 B.	NMP/100 mL	COLIFORMES TOTALES	1,1	1*10 ¹²
43	ESCHERICHIA COLI	ENZIMA SUBSTRATO	SM/9223 B.	NMP/100 mL	E. COLI	1,1	1*10 ⁻¹²

Nota: * Parámetros acreditados por el Laboratorio Central de Control de la Calidad del Agua.

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

2.7. MUESTREO E IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS.

a. Identificación de micro hábitats

Una vez escogido el tramo, se realizó un recorrido rápido a lo largo del mismo para identificar los microhábitats potenciales para ser muestreados. En principio los microhábitats están definidos por áreas del lecho del río, compuestas por determinados tipos de sustratos, ya sean inorgánicos u orgánicos. Algunos de los más frecuentes son los siguientes:

SUSTRATOS MINERALES: bloques, piedras, cantos, grava, arena, arcilla, limo.

SUSTRATOS ORGÁNICOS: hojarasca, macrófitas, briófitos, algas filamentosas, raíces expuestas, ramas y troncos.

Así mismo, se identificaron cuáles de estos microhábitats son marginales o dominantes. Considerando microhábitats marginales a aquellos cuya representatividad sea menor al 10% en el tramo

b. Colecta de muestras

El muestreo de macroinvertebrados se realizó con una red de marco cuadrado (Square frame net) de 500 micras de ojo de malla (tamaño de red de 25 cm de lado) y con la técnica de patada, que consiste en remover arena, materia orgánica y piedras que pueda suspenderse con facilidad presente en el lecho del cuerpo de agua, con la finalidad de obtener el mayor número de especímenes (macroinvertebrados). Se consideraron un total de 8 réplicas (cada una de aproximadamente 1 m² de área), las cuales se distribuyeron según la representatividad de los microhábitats en el tramo escogido.

Los microhábitats marginales deben sumar como máximo dos réplicas y los dominantes deben distribuirse de acuerdo a su mayor o menor frecuencia de ocurrencia en el tramo.

FOTOGRAFÍA No. 2.1. MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Una vez escogido el microhábitat, el muestreador se colocó en dirección opuesta a la corriente y pateó el fondo del río removiendo el sustrato (FOTOGRAFÍA No. 2.2) de modo que los macroinvertebrados adheridos se suelten y sean transportados por la corriente hacia el fondo de la red. Este procedimiento se realizó cubriendo toda el área de muestreo definida sin exceder los dos minutos por microhábitat. Una vez terminado este proceso, se levantaron las piedras removidas dentro del área de muestreo para observarlos más detenidamente ya que algunos organismos pueden estar fuertemente adheridos a las piedras y no son desprendidos sólo con el pateado.

FOTOGRAFÍA No. 2.2. REMOCIÓN DE SUSTRATO

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

a. Procesamiento de muestras en el campo

Una vez obtenidas las ocho unidades muestrales, éstas se integraron en una sola muestra que se depositó en una bandeja para proceder a excluir los sustratos minerales u orgánicos grandes (cantos, hojarasca grande, ramas, entre otros) teniendo precaución de lavarlos previamente para desprender los macroinvertebrados que pudieron estar sobre los mismos.

FOTOGRAFÍA No. 2.3. MACROINVERTEBRADOS EN BANDEJA

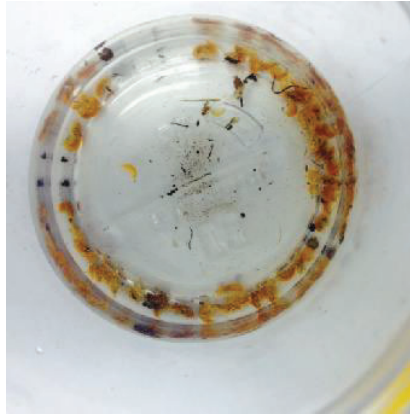


FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Se tomó especial precaución cuando la muestra presentó caracoles o tricópteros con estuches de piedras, ya que estos suelen quedarse en el fondo de la bandeja junto con el sustrato fino. En este caso, se considera que si son muchos o son difíciles de separar con pinzas, sí es recomendable transportar toda la muestra al laboratorio. Otro caso en el que la “decantación” de macroinvertebrados en el sustrato fino suele ser difícil, se presentó en sustratos tipo limo o fango. En este caso, se consideró llevar separadamente el material obtenido de este microhábitat en un frasco aparte para facilitar el procesamiento de la muestra en el laboratorio.

Cuando se obtuvo toda la muestra limpia, la misma se depositó en un frasco hermético de plástico de 300 mL tratando de que quede la menor cantidad posible de agua, ya que se conservó con alcohol al 96%.

FOTOGRAFÍA No. 2.4. FRASCOS CON MUESTRA DE MACROINVERTEBRADOS.



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Adicionalmente se adicionaron unas gotas de glicerina al frasco para preservar mejor los macroinvertebrados. El frasco se etiquetó con la fecha y código de la estación de muestreo. Como grupo de investigación, determinamos que es aconsejable llenar el frasco con la muestra sólo hasta la mitad y completar el volumen restante con alcohol, ya que de esta manera los macroinvertebrados se conservarán mejor. Así mismo, se procuró que la muestra entre al frasco con la menor cantidad de agua posible para evitar la dilución del alcohol.

b. Procesamiento de muestras en el laboratorio

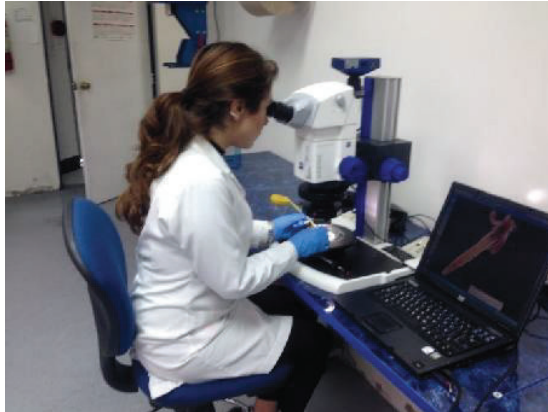
Una vez en el laboratorio, la muestra se lavó con agua y se pasó por dos tamices con el objetivo de dividir la muestra en dos tamaños de sustrato: grueso y fino. Uno de los tamices correspondió a un colador de cocina y el segundo a otro cernidor con una apertura igual al de la red usada en el muestreo (es decir 500 micras). Cada una de estas partes se extendió y homogeneizó en una bandeja para fraccionarlos en sub-partes.

De acuerdo a (González, 2013), según el volumen de la muestra, esta puede ser fraccionada en 4, 8 o 16 partes. Tomando como ejemplo que se fraccione en 8 partes, se cogerá una octava parte de la muestra y se colocará en una placa Petri.

Este procedimiento se lo realizó para los dos tamaños de sustratos (grueso y fino). Se empezó a revisar la octava parte correspondiente al sustrato grueso, distribuyéndola en varias placas Petri, en cantidad

suficiente para que sea adecuado observar a través del estereoscopio y se separó, identificó y contó los macroinvertebrados a nivel de familia con ayuda de pinzas de punta fina.

FOTOGRAFÍA No. 2.5. CONTEO EN CAJA PETRI, ESTEREOSCOPIO



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Según (González, 2013), se han de intercalar la revisión del sustrato grueso y fino hasta conseguir 300 individuos en total. Si en la primera inspección del sustrato grueso se llega a los 150 individuos, se pasa al sustrato fino, hasta completar el conteo de 300 individuos. Si después de la primera revisión del sustrato grueso y fino no se alcanza los 300 individuos, se volverá a empezar con el sustrato grueso de una nueva fracción. Si se llega a 300 individuos sólo con la segunda revisión del sustrato grueso, se revisará igualmente la segunda porción del sustrato fino, aunque se sobrepase los 300 individuos.






Si se termina de observar la octava parte de la muestra (de ambos sustratos: grueso y fino) y no se alcanzan los 300 individuos, se pasará a la segunda octava parte de la muestra. Una vez conseguida esta cantidad, en las siguientes partes se buscará solamente la presencia de nuevas familias presentes en la muestra que no se hayan identificado y contabilizado previamente. Sin embargo, es recomendable que las familias poco frecuentes en la primera inspección (aquellas que no alcanzaron los cuatro individuos) si se contabilicen hasta el final de la muestra. (González, 2013). Los macroinvertebrados que fueron separados de cada muestra se conservaron en viales con alcohol (96 %), separados a nivel de familia y en ciertos casos se los hizo a nivel de orden. Cada vial contiene información básica de datos de colecta e identificación.

c. Análisis de datos

El Estudio Biológico de los puntos de monitoreo en la Quebrada Ortega y sus aportantes, contempló la evaluación de la diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos, con el fin de conocer el estado actual de estos organismos. Se realizó el análisis comparativo de los resultados en el monitoreo junto con la información de caudales y resultados de los análisis físico, químico y microbiológicos que fueron entregados por la EPMAPS, lo que contribuyó a establecer la línea base de calidad de agua en el área aportante a la PTAR proyectada en el sector de Quitumbe y proyectos futuros de la EPMAPS, con similares características.

El estudio identifica el estado actual de la Quebrada Ortega, a través de la actualización de inventarios de especies y determinación de especies de importancia ecológica e identificación, interpretación de índices de diversidad como el BMWP (Biological Monitoring Working Party/Col), el cual designa valores especiales a las familias de especies con cierta sensibilidad ambiental, dando el mayor puntaje a las especies indicadores de aguas limpias y el mínimo valor a las familias cuyas especies son características de sitios contaminados.

TABLA No. 2.5. ÍNDICE BMWP

CLASE	CALIDAD	BMWP/COL	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16 - 35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

FUENTE: (González, 2013)

ELABORADO POR: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

La información científica generada al efectuar una evaluación de la calidad biológica del agua, puede ser traducida a través de **índices bióticos** que proporcionan categorías de calidad ambiental. Algunos de estos índices implican medidas de la riqueza de las comunidades, presencia de taxones sensibles a la contaminación, índice de similitud entre comunidades, índice de diversidad, evaluación de grupos funcionales, entre otros.

Para evaluar la calidad del agua a través de estos bioindicadores, como el índice BMWP/Col, solo se llegó hasta el nivel de familia con datos de carácter cualitativos (presencia y ausencia).

TABLA No. 2.6. PUNTAJES MACROINVERTEBRADOS BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Triplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnesiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Lymnesiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythyoridae, Psephenidae.	10
Ampullaridae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosyidae, Leptophlebeidae, Phipotamidae, Polycentropodidae, Poliymitarcyidae, Xiphocentronidae.	9
Guerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaeminidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Cenidae, Calopterygidae, Conagrionidae, Cirixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptonhphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychoidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrytopogonidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hidrometridae, Noteridae.	4
Cartopogonidae, Glossiphoniidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syphidae.	2
Tubificidae	1

FUENTE: (Pérez, 2003)

De acuerdo a lo indicado en el numeral 2.2. De esta investigación, se escogieron 4 puntos para el muestreo de macroinvertebrados; así:

- Quebrada Monjas punto 1
- Quebrada Monjas punto 2
- Quebrada San José
- Quebrada Ortega

Las razones para escoger dichos puntos fueron:

- a. Localización
- b. Logística
- c. Accesibilidad
- d. Características puntuales del río.
- e. Influencia antropogénica.
- f. Se toma en cuenta la Legislación Ambiental vigente.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Monjas Punto 1.

Este punto se encuentra ubicado en la parte alta de la Microcuenca de la Quebrada Monjas, existe un camino de acceso creado por los pobladores cercanos; se considera a este posible punto de aguas prístinas, se evidenció que es usado de forma recreacional por la población circundante.

El lugar cuenta con una pequeña caída de agua, donde existe oxigenación, así como del embalse de agua posterior a dicha caída, en las riveras se observa vegetación, rocas y arena.

FOTOGRAFÍA No. 2.6. ESTACIÓN MONJAS 1

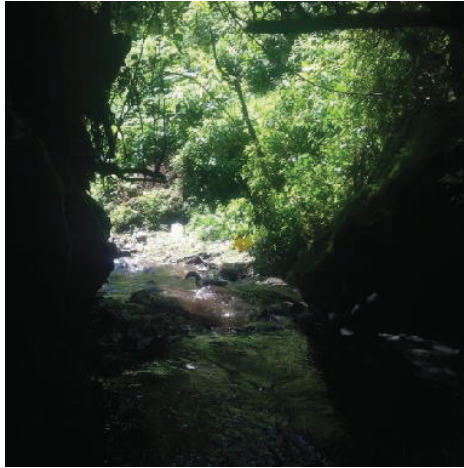


FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Monjas Punto 2.

Este punto se encuentra ubicado en la parte media de la Microcuenca de la Quebrada Monjas, en este sector se evidenció la presencia escasa de pobladores y escasas descargas clandestinas hacia el cuerpo de agua.

Existe vegetación en las riveras, el caudal es bajo en comparación al punto 1, y el régimen de flujo es laminar, su calado es bajo con presencia de rocas y lodo, así como también se observó contaminación antropogénica con descargas clandestinas de aguas residuales domésticas, animales muertos que han sido botados en el interior del cuerpo de agua y la presencia de animales de tipo doméstico

FOTOGRAFÍA No. 2.7. ESTACIÓN MONJAS 2

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

San José

Este es el otro aportante a la Quebrada Ortega, de menor caudal en una zona boscosa, poco ingreso de luz, sin presencia antropogénica en sus alrededores, aguas abajo del punto, existe un tanque de almacenamiento de la propia agua de la Quebrada San José usado para riego.

Se evidenció la presencia mayoritaria de hojarasca y materia orgánica, pocas rocas y lodo.

FOTOGRAFÍA No. 2.8. ESTACIÓN SAN JOSÉ

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Ortega.

Ubicado en la parte baja de la microcuenca de la Quebrada Ortega, muy cercano al punto de conexión con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Quitumbe, por lo tanto, la presencia antropogénica es urbana y se evidenció la intervención de maquinaria de la EPMAPS en el proceso de control de inundaciones, lo que generó el cambio del punto aguas arriba.

El punto no mantenía condiciones estables en lo que respecta a sus márgenes, paisaje natural y materiales presentes en el cuerpo de agua, debido a la intervención con equipo caminero por parte de la EPMAPS; lo que se puede rescatar de este punto es su flujo laminar, bajo calado, arena, rocas y se observa la mayor cantidad de descargas ilícitas y clandestinas de aguas residuales domésticas.

FOTOGRAFÍA No. 2.9. ESTACIÓN ORTEGA



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

2.8. ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD.

Se realizó una encuesta que se aplicó a una muestra de la población directamente afectada con las obras de saneamiento ambiental construidas a través de la EPMAPS, para conocer su percepción respecto a su operatividad y funcionalidad, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q} \quad (2.12.)$$

Donde:

N: es el tamaño de la población.

k: constante que depende del nivel de confianza que se asigna.

TABLA No. 2.7 VALOR “k” Y SUS NIVELES DE CONFIANZA

k	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
NIVEL CONFIANZA	75%	80%	85%	90%	95%	95,50%	99%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

e: error muestral definido.

Es así que se obtuvieron los siguientes resultados con la aplicación de la fórmula antes mencionada; así:

$$n = \frac{1.95^2 * 0.5 * 0.5 * 1389}{6.4^2 * (1389 - 1) + 1.95^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 199$$

Por facilidad de aplicación y logística, se aplicaron 200 encuestas al área de influencia directa de la Quebrada Ortega y sus afluentes, buscando con esto, obtener el sentir y percepción de la comunidad que se encuentra viviendo a las orillas del cuerpo hídrico.

2.8.1. Elaboración de Encuestas.

De acuerdo a (Jauraritz, 2016), en las sociedades modernas se ha generalizado una técnica de investigación del estado de opinión de la población a través de encuestas fundamentadas en técnicas estadísticas. Según (Jauraritz, 2016), estas encuestas se basan normalmente en la elaboración de un cuestionario de preguntas que se dirige a un grupo de población elegido al azar.

PLANTEAMIENTO DE UNA ENCUESTA:

La Encuesta elaborada por el grupo de investigación, tomó como base la realizada por parte de la EPMAPS en lo concerniente a Sistemas de Alcantarillado, especialmente en la parte económica, el resto de preguntas, fueron diseñadas en función de cuantificar y calificar la percepción de la comunidad frente a las obras de saneamiento construidas en su sector y los impactos ambientales que puedan estar viviendo o sintiendo en este momento.

La encuesta constó de 7 partes; así:

- a. Datos Generales de Identificación
- b. Datos del Informante
- c. Datos de Percepción
- d. Datos sobre origen y consumo de agua
- e. Datos sobre el servicio de alcantarillado
- f. Pozo Séptico
- g. Disposición al pago por servicio.

Como se puede observar, se buscó abarcar la mayor cantidad de variables para poder tener resultados más amplios en lo concerniente a como la población está o no de acuerdo con las obras de saneamiento y su convivencia con las mismas y la Quebrada Ortega.

Se plantearon 25 preguntas de las cuales:

- a. 20% fueron preguntas abiertas
- b. 8% fueron preguntas parcialmente cerradas o de respuesta múltiple
- c. 72% fueron preguntas cerradas

Considerando que según (Eusko Jauriaritza, 2016), tenemos:

- a. Preguntas totalmente abiertas, las que aparecen bajo la consideración de respuesta libre, que dejan la posibilidad para que el encuestado aporte sus opiniones acerca de la pregunta.
- b. Preguntas totalmente cerradas son de respuesta única.
- c. Preguntas parcialmente cerradas, o de respuesta múltiple.

TABULACIÓN DE RESPUESTAS

Las encuestas fueron aplicadas en el mes de diciembre de 2016, durante 2 jornadas de sábado y domingo en un número de 200 encuestas, la tabulación se la realizó a través del software Microsoft Excel, mediante la generación de gráficas de barras verticales que determinan en porcentaje el número de respuestas en función de toda la muestra, ya que con esto se pudo realizar el análisis socio económico respectivo de la investigación.

2.8.2. Definición del Área de Influencia para aplicar encuestas.

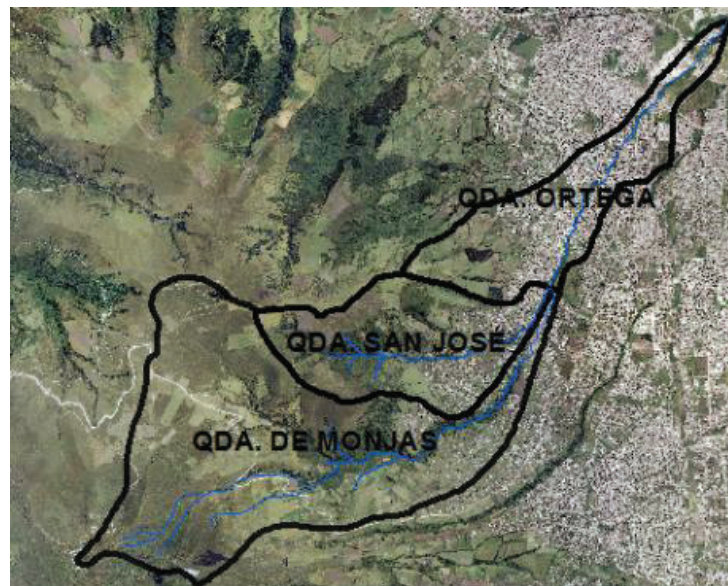
Para este estudio, se realizaron visitas al área de influencia social de la zona de estudio y en la que se identificaron que los sectores que podrían ofrecernos resultados más certeros respecto a la percepción de las obras de Saneamiento Ambiental realizadas por parte de la EPMAPS, son aquellas que se encuentran a orillas o en las márgenes de la Quebrada Ortega y sus afluentes (Quebrada Monjas y Quebrada San José).

Mediante la utilización del software ArcGis, y en función del análisis de la zona de estudio definido en los numerales anteriores, se fijaron áreas de trabajo tomando como base los puntos de poca, media y máxima contaminación, obtenidos a través de los estudios realizados por la EPMAPS en 2014 y 2016; es así que definimos la Cuenca Alta (poca contaminación),

Cuenca Media (mediana contaminación) y Cuenca Baja (alta contaminación) de la Quebrada Ortega.

Se aplicó las encuestas a las Cuencas antes descritas, en un número equitativo, para que los resultados obtenidos, nos ofrezca criterios estadísticos acordes a la realidad.

FIGURA No. 2.10. ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

CAPÍTULO 3.

SITUACIÓN ACTUAL. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES: FÍSICO, BIÓTICO Y SOCIO ECONÓMICO.

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) y la EPMAPS, han implementado proyectos para el saneamiento de las aguas del DMQ.

De acuerdo a (Ambiental, 2013), el PDRQ tiene como objetivo la construcción de PTARS; la principal en Vindobona y otras más pequeñas en distintas parroquias.

El fin principal de la depuración y consiguiente descontaminación de los ríos de Quito es recuperar su valor turístico y paisajístico, eliminando la presencia de desperdicios en los cauces, por medio de la ejecución de campañas de cuidado y limpieza por parte de los visitantes.

3.1. MEDIO FÍSICO.

El área de influencia del Proyecto, comprende el recorrido de la Quebrada Ortega, aguas arriba de la Planta de recuperación de agua en el sector de Quitumbe, ya que el interceptor de la quebrada Ortega recolectará las aguas residuales hacia la Planta y esta descargará sus efluentes (agua tratada) hacia la quebrada Calicanto, que, posteriormente, se une a las quebradas Ortega y El Carmen, para formar la quebrada Shanshayacu, que finalmente desemboca en el río Machángara.

La captación y conducción del agua residual urbana que actualmente está siendo descargada a la quebrada Ortega hacia la planta de recuperación se realizará mediante la construcción de un emisario en conexión con el interceptor de la quebrada, en un punto ubicado en la Av. Guayanay Ñan y Av. Mariscal Sucre, donde la quebrada es un cauce abierto. La descarga de la planta de recuperación hacia la quebrada

Calicanto se realizará en un punto ubicado a la altura del extremo noreste del sitio de ubicación de la planta, donde la quebrada es un cauce abierto con acceso.

La quebrada Ortega de acuerdo a (Ambiental, 2013), “inicia su recorrido como un cauce abierto con acceso restringido, hasta el punto donde se ubicará el interceptor, desde donde continúa su recorrido como un cauce abierto con parque lineal y termina su recorrido al confluir con la quebrada El Carmen”. Este recorrido incluye el cruce de las Avenidas Mariscal Sucre, Guayanay Ñan, Cóndor Ñan y Rumichaca Ñan.

La quebrada Calicanto inicia su recorrido como un cauce canalizado (infraestructura urbana) en el barrio El Rocío, transcurre por el barrio Los Precaristas y continúa como cauce abierto con acceso restringido, tramo en el que confluye con un cauce canalizado. El tramo de la quebrada Calicanto incluye el cruce con las Avenidas Mariscal Sucre, Guayanay Ñan y Cóndor Ñan.

3.1.1. Clima.

El clima es una serie de condiciones que nacen de fenómenos meteorológicos presentados en una zona, los cuales son: precipitación, temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, radiación solar y velocidad del viento.

Velocidad del viento

En el área de estudio, los vientos provienen del sur de acuerdo a lo que se registra en la estación IZOBAMBA M003.

- La velocidad promedio anual entre los años de 2000 a 2009 es 4 km/h,
- La velocidad máxima es de 5 km/h en el periodo 2001-2004 y
- La mínima velocidad en el año 2008 es de 3 km/h.

Temperatura

La temperatura anual promedio es de 12 °C.

Humedad Relativa

La humedad en el área de estudio, tiene un valor promedio del 79 %.

Precipitación

Este punto se lo tratará más adelante y con más detalle, esto debido a que la Hidrología del Área de Proyecto es importante en el aspecto de la presencia y cuantificación de Macroinvertebrados Acuáticos.

Presión Atmosférica

La presión promedio anual es 726,52 hPa.

Radiación solar

La radiación solar promedio de acuerdo a lo indicado por (Ambiental, 2013), es 167,1 W/m².

3.1.2. Geología y Suelo.

Geología

El área de influencia del proyecto se encuentra sobre depósito de agua subterránea, que abarcaría toda la parte de la Administración Zonal Quitumbe, principalmente el sector entre las Av. Pedro Vicente Maldonado y Mariscal Sucre y se extiende hasta el sector del INIAP antes del límite cantonal.

En el sitio del Proyecto, de acuerdo a lo definido por (Ambiental, 2013), el terreno presenta un perfil estratigráfico conformado por diferentes unidades litológicas principalmente:

- Volcánicos Cotopaxi
- Volcánicos Casitagua
- Depósito Lagunar, lapilli y ceniza

Edafología

El área de terreno según (Ambiental, 2013), presenta un perfil estratigráfico conformado por una capa superior de 3 a 5 m de espesor, que lo componen limos arenosos.

Según (Ambiental, 2013), en la segunda capa de suelo a partir de los 3 y 4 metros tenemos limos delgado con estructura blanda.

Nivel freático

El lugar presenta según (Ambiental, 2013), nivel freático estable, los valores de profundidad varían de acuerdo a la época del año ya que este factor depende de la precipitación del lugar.

Calidad de Suelo

De acuerdo a (LOTTI, 2002), sobre el Estudio Geotécnico y de acuerdo a (Ambiental, 2013), se puede determinar que la estratigrafía de la corteza superficial examinada en el terreno del proyecto, se conforma por un estrato de limos arenosos.

En relación a la calidad ambiental del suelo se puede deducir de forma cualitativa por el trabajo de campo realizado, que el terreno ha sufrido una alteración intensa por muchos años atrás que ha modificado sustancialmente su superficie, especialmente debido a probables actividades agrícolas de la época en la cual esta tierra pertenecía a zonas rurales de la ciudad. En los últimos años, no existe evidencia de que se haya realizado ninguna actividad humana significativa que permita deducir un daño ambiental severo en su suelo.

3.1.3. Hidrología

La Hidrología (del griego hydor, agua) es la disciplina científica dedicada al estudio de las aguas de la Tierra, incluyendo su presencia, distribución y circulación a través del ciclo hidrológico, y las interacciones con los seres vivos. También trata de las propiedades químicas y físicas del agua en todas sus fases.

El objetivo primario de la hidrología es el estudio de las interrelaciones entre el agua y su ambiente. Ya que la hidrología se interesa principalmente en el agua localizada cerca de la superficie del suelo, se interesa particularmente en aquellos componentes del ciclo hidrológico que se presentan ahí, esto es, precipitación, evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo. Los diferentes aspectos de estos fenómenos son estudiados en sus varias subdisciplinas. La hidrometeorología, por ejemplo, se concentra en el agua localizada en la capa fronteriza inferior de la atmósfera, mientras que la hidrometría se encarga de las mediciones del agua superficial, especialmente precipitación y flujo de las corrientes. La hidrografía involucra la descripción y la confección de mapas de los grandes cuerpos de agua, tales como lagos, mares interiores y océanos. Por el otro lado, la hidrología del suelo se centra en el agua que se encuentra en la zona saturada debajo de la superficie del suelo, y en la física suelo-agua en la zona no saturada.

Es por este particular, que analizando la Zona de Influencia del Estudio, se ve necesario partir de la Microcuenca de la Quebrada Shanshayacu, de la cual se desprende la Quebrada Ortega y los afluentes que son parte del análisis en esta investigación.

Microcuenca de la quebrada Shanshayacu

La microcuenca de la quebrada Shanshayacu, se encuentra en las parroquias Guamaní en las partes altas, y en las parroquias La Ecuatoriana y Quitumbe donde desemboca en la quebrada El Capulí.

Una de las quebradas de mayor importancia es la quebrada de Pasacucho o el Pailón la cual tiene su origen en la zona Protegida de la parroquia La Ecuatoriana, y baja por los barrios San Francisco Sur, La Merced y La Independencia, hasta entrar en la parroquia Quitumbe donde se une con la Quebrada Shanshayacu.

Otra de las quebradas importantes es la de Monjas, que proporciona un caudal mayor a la quebrada de Shanshayacu, está en la zona de la Cooperativa Mariscal Sucre, en el barrio Hemisferio del Sur y Turubamba de Monjas; se une con la quebrada San José Sur y forman la quebrada Shanshayacu; aguas arriba se encuentra la zona protegida de los flancos orientales del volcán Pichincha, aguas abajo se encuentran pastizales, arbustos, ganado y zona urbana.

Tabla No. 3.1. QUEBRADAS DE LA MICROCUENCA SHANSHAYACU.

Quebrada	Microcuenca	Subcuenca	Cuenca
Q. Las Cuadras	Q. Shanshayacu	Río Machángara	Río Guayllabamba
Q. Chapiseta de Pasacucho			
Q. Aliso			
Q. Ortega			
Q. Calicanto			
Q. San José Sur o Tillicucho			
Q. Ayarmona			
Q. Calipiedra			
Q. de Monjas			

Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 2013).

Quebrada Ortega

Según (Ambiental, 2013), la subcuenca de la quebrada Ortega tiene un área aproximada de 30 km² y una longitud de la quebrada de 9,4 km. Esta de acuerdo a (Ambiental, 2013), nace de los cerros Cascapungo, Corral Viejo y las lomas Mirador, Alizo y San Antonio. Los afluentes que alimentan a la subcuenca según (Ambiental, 2013), son las quebradas San José Sur y Monjas, que inician su recorrido como cuerpos de agua abiertos sin parque lineal y, al unirse para formar la quebrada Ortega, forman un cauce abierto con acceso restringido y continúa su recorrido como un cauce abierto con parque lineal.

3.1.4. Paisaje.

El paisajismo pretende escenificar las interacciones de los medios cultural y natural y, las interrelaciones que existen entre los elementos que conforman

el medio natural. El sector donde se ubica la ciudad de Quito, forma una cubeta alargada formada por un levantamiento tectónico que dio lugar a una grada monoclinal, asimétrica, con una ladera abrupta que mira hacia el este y otra suave, donde se asienta la ciudad de Quito. Esta cubeta de topografía plana a ondulada, en principio estuvo ocupada por una laguna (de ahí los sedimentos lacustres que la conforman), cuyas aguas posteriormente fueron evacuadas. En su interior existe un acuífero que por muchos años abasteció de agua a la ciudad y que, debido al desarrollo de actividades antrópicas en la superficie (impermeabilizándola) y a fenómenos climatológicos, ha disminuido notablemente su nivel freático. Por otro lado, al observar las pequeñas manchas de bosques localizadas en la parte occidental de la ciudad, se determina que existe cierto nivel de vulnerabilidad de tipo torrencial, la generación de aluviones y potenciales flujos de lodo.

En la zona de estudio el paisaje se distingue con mayor concentración o densidad de viviendas y en proceso continuo de urbanización, establecimientos comerciales pequeños, medianos y de gran escala, como el Quicentro Sur. El piso ecológico dominante es el bosque húmedo Montano Bajo. Son muy pocos los espacios geográficos que presentan una capacidad natural de siembra de cultivos de ciclo corto y pastos plantados, debido a limitaciones de orden topográfico principalmente; en su mayor parte la aptitud de las tierras está dirigida hacia la reforestación y construcción de industrias, comercios y viviendas por lo que gran parte de los terrenos en la zona de estudio presentan intervención antropogénica, lo que causa impacto visual.

3.2. Medio Biótico

De acuerdo a (Ambiental, 2013), la riqueza biológica del Ecuador es conceptuada como una de las más importantes a nivel global, lo que la ha llevado a ser considerada entre las 17 naciones mega diversas del mundo y la primera al hacer relación entre número de especies de vertebrados por unidad de superficie, y la segunda si contamos solo las especies de vertebrados endémicos, según (Goettsch, 1997) estas apreciaciones se hacen evidentes cuando se consideran los números absolutos de cada grupo taxonómico: 411 especies de mamíferos, alrededor de 1600 especies de aves, 528 especies de anfibios, 433 especies de reptiles cerca de 1000 especies de peces y un sin número de invertebrados. (Tirira, 2007) Considera que esta riqueza se le atribuye entre otros a 3 factores determinantes como son: su ubicación geográfica en la zona ecuatorial, el levantamiento de la cordillera de los Andes y la influencia de las corrientes

marinas en sus costas. A esto se le añade según (Tirira, 2007), la presencia de las islas Galápagos y las 200 millas de mar territorial continental e insular que poseen el país

Según el catálogo de plantas vasculares del Ecuador y lo determinado por (Ambiental, 2013), la vegetación de la zona en estudio corresponde a Pastizales y vegetación de quebrada del norte de Ecuador.

De acuerdo a (Ambiental, 2013), la parte superior de la cuenca del Río Guayllabamba al sur y sudeste de Quito (área de Machachi y Valle de los Chillos) estaba cubierta con bosque alto, montano, denso por lo menos hasta el siglo XVIII.

Según (Ambiental, 2013), la zona de estudio corresponde al Piso Zoo geográfico Templado de las estribaciones y valles interandinos que se consideran ubicados entre los 800 y 1000 a 1800 y 3000 msnm de acuerdo a (Albuja, 1980), cuyas características originales permitirían la presencia de cerca del 20% del total de las especies de mamíferos registradas a nivel nacional, así como un representativo número de aves entre nativas y migratorias.

Dentro del componente biótico, según (Ambiental, 2013), se encuentran los invertebrados que constituyen uno de los organismos fluviales más diversos, ocupan varios nichos funcionales y microhábitats, a lo largo de un amplio espectro en el espacio y tiempo (Sabater, 2009) (Zúñiga, 1997).

Según (Valencia, 2011), los cuerpos de agua son muy importantes para la tierra, son la fuerza fundamental de un paisaje, poseen un caudal determinado y fluyen con continuidad, los ríos son prioritarios debido a la características ecológicas que lo integran.

Es importante resaltar que de acuerdo a (Valencia, 2011), los cambios en el estado ecológico de un río perjudica a todos sus componentes tanto sociales como culturales y de la calidad de agua, según (Roldán G. P., 2008), la acumulación de materia orgánica en exceso causa cambios drásticos en el recurso hídrico como la disminución de la concentración de oxígeno y valores de pH, de acuerdo a (Roldán G. P., 2008), la explotación del suelo acumula el arrastre de sedimentos que en crecientes enturbian el agua y destruyen hábitat importantes de refugio para muchos organismos.

La bioindicación es una herramienta que sirve para realizar investigaciones biológicas de calidad de agua por medio de organismos como los macroinvertebrados considerados indicadores biológicos de calidad del agua.

Esta herramienta posee las siguientes ventajas: permite analizar las condiciones ambientales de un cuerpo de agua en un tiempo determinado, se recopila información sobre la diversidad de macroinvertebrados del sitio de referencia analizado, los costos para la investigación son relativamente bajos, también es posible conocer las alteraciones o elementos de tensión que ha sufrido el río y reconocer las consecuencias sobre el cambio en el sistema hídrico debidos alteraciones en la calidad del agua y las características cuantitativas, porque permite conocer las condiciones ambientales de un río en un prolongado tiempo, también se tiene información sobre la fauna de macroinvertebrados y conocer las causas de los elementos de tensión que han alterado las condiciones ecológicas.

Dado a que los organismos son vulnerables a una variedad de elementos de tensión en el ambiente, se necesita conocer diferentes tipos de medidas que ayuden con la identificación de aspectos que inciden con el deterioro del recurso hídrico debido a malas prácticas ambientales inducidas por el hombre de forma negativa alterando los procesos ecológicos de un cauce. Los indicadores biológicos se caracterizan por ser fácilmente identificados, pueden ser fácilmente muestreados, registran claramente cuando existe contaminación en una fuente hídrica, se integran con índices bióticos asociados a datos ecológicos ligados a la contaminación hídrica, como resultado los indicadores biológicos son una muestra clara de la evaluación de la calidad del agua ya que integran requisitos los cuales son como que existe gran abundancia de especies y una amplia distribución sobre los ríos, también que representan una biología bien conocida y taxonomía sencilla para la identificación.

3.3. Medio Socio - Económico

- Uso de recursos por la población.
- Conjuntos habitacionales, actividades industriales de servicios y de comercio en la zona.
- Beneficios de las obras de Saneamiento implantadas en la zona.
- Posibilidad de implantación de proyectos públicos o privados a futuro en la zona.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO Y MUESTREO

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E ÍNDICES HIDROLÓGICOS DE LA MICROCUENCA ORTEGA.

En la quebrada Ortega, objeto de este estudio, se realizaron varias mediciones, el caudal del curso hídrico, definición de los periodos de sequía y pluviosidad; así como la presencia o no de ciertos órdenes y familias de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua.

Por lo expuesto la Tabla 4.1., contiene una síntesis de resultados del análisis hidráulico de la microcuenca de la Quebrada Ortega:

TABLA No. 4.1. RESULTADOS HIDRÁULICOS MICROCUENCA QUEBRADA ORTEGA.

No.	PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
1	Área	A	Km ²	14,16
2	Perímetro de la Cuenca	P	Km	35,14
3	Longitud del Cauce principal	La	Km	10,15
4	Ancho promedio de la Cuenca	W	Km	1,40
5	Desnivel Altitudinal	DA	m	1090
6	Factor de Forma	Kf		0,14
7	Coefficiente de Compacidad	Kc		2,63
8	Pendiente media del Cauce principal	S	%	10,74%
9	Densidad de Drenaje	DD		0,86
10	Tiempo de Concentración	tc	minutos	55,99
11	Coefficiente de Escorrentía Ponderado	C		0,52
12	Intensidad de Lluvia	I	mm/h	41,17
13	Caudal	Q	l/s	84,21

Fuente: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Analizando los resultados expuestos, se tiene:

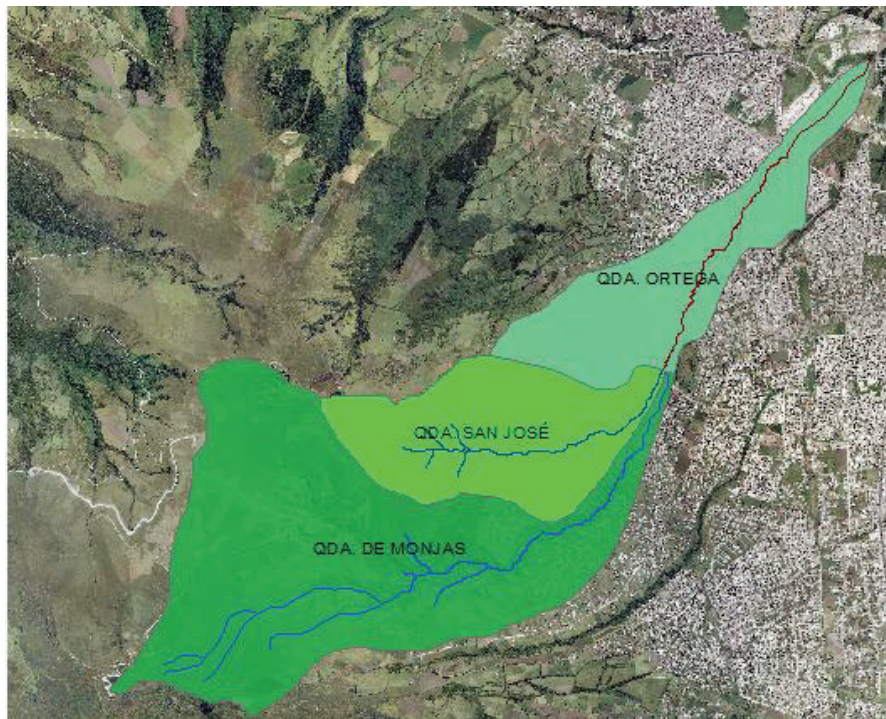
El área de la microcuenca, se determinó a través de la digitalización en ArcGis de la delimitación de la unidad hidrográfica, obteniendo los valores que se detalla a continuación:

TABLA No. 4.2. ÁREAS MICROCUENCAS DE APOORTE

No.	MICRO CUENCA	ÁREA (Ha)	ÁREA (Km ²)
1	QDA. MONJAS	810,377	8,10
2	QDA. SAN JOSÉ	313,44	3,13
3	QDA. ORTEGA	292,24	2,92
TOTAL		1416,06	14,16

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

FIGURA No. 4.1. ÁREAS DE APOORTE, QUEBRADA ORTEGA



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

El área de la microcuenca es de 14.166 Km², por lo que se la trataría como un sector de la Cuenca del Machángara, de acuerdo a (Barros, 1990), ver Tabla No. 4.3.

Tabla No. 4.3. CLASIFICACIÓN DE CUENCAS SEGÚN SU TAMAÑO

Clases de tamaño de cuencas (Km²)	
<i>Rango de áreas</i>	<i>Clases de tamaño</i>
5km ² o menos	Unidad
5-20 Km ²	Sector
20-100 Km ²	Microcuenca
100 - 300 Km ²	Subcuenca
mayor de 300 Km ²	Cuenca

Fuente: (Barros, 1990)

La longitud es de 10.15 Km, de acuerdo con lo expuesto en la Tabla No. 4.4., la longitud del curso principal del sector, se ha categorizado como de curso corto.

Tabla No. 4.4. CLASES DE VALORES DE LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Clases de valores de longitud del cauce principal	
<i>Rango de longitud</i>	<i>Clases de longitud del cauce</i>
6.9-10.9	Corto
11.0-15.0	Mediano
15.1-19.1	Largo

Fuente: (Fuentes, 2004)

El sector de la quebrada Ortega tiene un desnivel altitudinal de 1090 m, lo que quiere decir que la variabilidad ecológica y climática no es alta, porque al no existir variaciones significativas en su precipitación, temperatura y el desnivel que existe es de un piso altitudinal.

El factor de forma Kf obtenido es de 0.14, de Acuerdo a la Tabla No. 4.5. El valor de Kf obtenido determina que el sector de la quebrada Ortega tiene una forma muy poco achatada.

Tabla No. 4.5. CLASES DE VALORES DE FORMA

Clases de valores de forma	
<i>Rangos de Kf</i>	<i>Clases de forma</i>
0.01-0.18	Muy poco achatada
0.18-0.36	Ligeramente achatada
0.36-0.54	Moderadamente achatada

Fuente: (Fuentes, 2004)

El coeficiente de compacidad K_c del sector de la Quebrada Ortega es de 2.63, lo que quiere decir que de acuerdo a (Aguirre, 1987), la misma tiene una baja tendencia a crecidas, con una forma oval oblonga a rectangular (Ver Tabla No. 4.6.).

Tabla No. 4.6. COEFICIENTE DE COMPACIDAD K_c

K_c	FORMA DE LA CUENCA	TENDENCIA CRECIDAS
1 - 1.25	DE CASI REDONDA A OVAL REDONDA	ALTA
1.25 - 1.5	DE OVAL REDONDA A OVAL OBLONGA	MEDIA
1.5 - 1.75	DE OVAL OBLONGA A RECTANGULAR	BAJA

Fuente: (Aguirre, 1987)

La Quebrada Ortega como cauce principal y de acuerdo a (Heras, 1986), tiene un terreno accidentado medio (Ver Tabla No.4.7.).

Tabla No. 4.7. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL

Pendiente en %	Tipo de Terreno
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuerte accidentado
50	Escarpado
> 50	Muy escarpado

Fuente: (Heras, 1986)

La Densidad de Drenaje del sector de la quebrada Ortega es de Regular drenaje de acuerdo a (Henaos, 1988) (Ver la Tabla No. 4.8.)

Tabla No. 4.8. Densidad de Drenaje

CARACT. CUENCA	Dd
REGULAR DRENAJE	0 a 1
NORMAL DRENAJE	1 a 1.5
BUEN DRENAJE	> 1.5

Fuente: (Henaos, 1988)

4.1.1. Condiciones Topográficas y Usos del Suelo.

Se tiene la siguiente cuantificación de las áreas respectivas; así:

Tabla No. 4.9. ÁREAS USOS DE SUELO

ÁREAS DE INFLUENCIA ZONA DE ESTUDIO			
No.	Tipo	Descripción	Área (Ha)
1	1	Bosque	269,17
2	2	Césped	808,73
3	3	Techos	302,56
4	4	Calles	3,44
5	5	Tierra	32,20
ÁREA CUENCA			1416,10

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

4.1.2. Datos Hidrometeorológicos

Según (Monsalve, 2006), el régimen hidrológico, es dependiente de sus características, sean estas físicas, geológicas, topográficas entre otras.

Para el establecimiento del régimen de lluvia se usaron los datos pluviométricos obtenidos del registro del INAMHI, que corresponden a la precipitación registrada en el pluviómetro de las estaciones:

- Chillogallo Buenaventura
- Atacazo
- Troje
- Izobamba.

Se observa en la parte hidrológica que los periodos de lluvia en el área de estudio, están definidos entre los meses de enero hasta abril, teniendo disminuciones considerables en febrero y los picos más altos en abril; esta fue una de las razones para que el mes de abril no sea escogido para el muestreo de macroinvertebrados, ya que por el importe de agua que recorre a través de los cursos hídricos, esto genera un proceso de lavado y alteración de los hábitats de estos animales.

El periodo en que las precipitaciones disminuyen, se encuentra entre los meses de mayo a octubre, observándose que la precipitación disminuye considerablemente entre julio y agosto.

En función del raudal de agua que cae en un año, se limitó los meses de muestreo (enero, febrero, marzo, mayo, junio y julio), considerando que estos fueron las épocas de mayor pluviosidad y sequía, los otros meses del año, son de carácter intermitente, pero tienen iguales probabilidades de ocurrencia.

Otro factor importante que se analizó fue el caudal que circula a través del sector de la Quebrada Ortega, especialmente para contrastar con la intensidad de lluvia y la definición de cargas contaminantes. Producto del cálculo del caudal, mediante el Método Racional, se tiene un valor de 84.21 l/s, este resultado se lo obtuvo en función de la Estación Atacazo y considerando un coeficiente de escorrentía ponderado, es decir que agrupa los diferentes tipos de superficies por el cual el agua escurre hacia el cuerpo hídrico.

En esta investigación, durante cada muestreo se realizó también un aforo automático con el uso de un molinete, obteniendo con este instrumento el caudal respectivo, para la época lluviosa, los resultados obtenidos se indican en las Tablas No. 4.10. , 4.11 y 4.12.

TABLA No. 4.10. CAUDALES MES DE ENERO 2016

No	FECHA	PUNTOS DE AFORO									
		PUNTO 1		PUNTO2		PUNTO 3		PUNTO 4		PUNTO 5	
		m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s
1	martes, 19 de enero de 2016	0,009	9,000	0,013	13,000	0,001	1,000	0,015	15,000	0,147	147,000
2	jueves, 21 de enero de 2016	0,012	12,000	0,017	17,000	0,001	1,000	0,020	20,000	0,140	140,000
3	lunes, 25 de enero de 2016	0,027	27,000	0,033	33,000	0,014	14,000	0,074	74,000	0,183	183,000
4	miércoles, 27 de enero de 2016	0,014	14,000	0,015	15,000	0,003	3,000	0,250	250,000	0,164	164,000
5	jueves, 28 de enero de 2016	0,160	160,000	0,020	20,000	0,002	2,000	0,020	20,000	0,142	142,000

FUENTE: (EPMAPS Dpto. Hidrología, 2016)

TABLA No. 4.11. CAUDALES MES DE FEBRERO 2016

No	FECHA	PUNTOS DE AFORO									
		PUNTO 1		PUNTO2		PUNTO 3		PUNTO 4		PUNTO 5	
		m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s
1	jueves, 11 de febrero de 2016	0,022	22,200	0,025	24,900	0,002	1,500	0,016	15,600	0,176	176,500
2	viernes, 12 de febrero de 2016	0,017	17,000	0,016	16,200	0,001	1,400	0,017	17,300	0,180	179,800
3	lunes, 15 de febrero de 2016	0,015	15,000	0,014	14,400	0,002	1,500	0,012	12,400	0,140	139,800
4	miércoles, 17 de febrero de 2016	0,014	14,000	0,019	19,300	0,001	1,200	0,013	13,100	0,155	154,900
5	jueves, 18 de febrero de 2016	0,013	12,800	0,021	20,500	0,001	1,300	0,021	21,000	0,148	148,100

FUENTE: (EPMAPS Dpto. Hidrología, 2016)

TABLA No. 4.12. CAUDALES MES DE MARZO 2016

No	FECHA	PUNTOS DE AFORO									
		PUNTO 1		PUNTO2		PUNTO 3		PUNTO 4		PUNTO 5	
		m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s
1	viernes, 04 de marzo de 2016	0,019	18,500	0,023	22,900	0,002	2,500	0,024	23,900	0,142	141,700
2	lunes, 07 de marzo de 2016	0,027	27,000	0,040	40,000	0,012	12,000	0,156	156,000	0,208	207,800
3	martes, 08 de marzo de 2016	0,017	17,300	0,023	22,900	0,004	3,800	0,042	42,100	0,162	162,500
4	jueves, 10 de marzo de 2016	0,014	14,500	0,021	20,800	0,003	3,200	0,021	21,000	0,155	154,900
5	viernes, 11 de marzo de 2016	0,015	15,300	0,018	18,400	0,004	4,200	0,023	23,400	0,142	141,900

FUENTE: (EPMAPS Dpto. Hidrología, 2016)

Así mismo para la época seca, se tomaron los aforos respectivos en cada estación de monitoreo para cada muestreo, obteniendo lo siguiente:

TABLA No. 4.13. CAUDALES MES DE MAYO 2016

No	FECHA	PUNTOS DE AFORO									
		PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		PUNTO 4		PUNTO 5	
		m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s
1	martes, 03 de mayo de 2016	0,055	54,600	0,053	53,400	0,048	48,000	0,071	71,100	0,188	187,900
2	miércoles, 04 de mayo de 2016	0,043	42,600	0,055	55,400	0,033	33,100	0,073	73,500	0,188	188,000
3	viernes, 06 de mayo de 2016	0,016	15,800	0,044	43,600	0,022	22,100	0,083	83,200	0,187	186,600
4	lunes, 09 de mayo de 2016	0,040	39,700	0,042	41,800	0,023	23,500	0,084	83,800	0,160	160,000
5	martes, 10 de mayo de 2016	0,043	43,300	0,045	44,600	0,031	30,900	0,100	100,300	0,176	175,600

FUENTE: (EPMAPS Dpto. Hidrología, 2016)

TABLA No. 4.14. CAUDALES MES DE JUNIO 2016

No	FECHA	PUNTOS DE AFORO									
		PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		PUNTO 4		PUNTO 5	
		m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s
1	martes, 07 de junio de 2016	0,036	35,600	0,035	35,100	0,014	14,500	0,052	52,000	0,145	145,300
2	miércoles, 08 de junio de 2016	0,025	25,300	0,036	36,400	0,015	14,700	0,054	54,300	0,137	137,200
3	jueves, 09 de junio de 2016	0,028	28,000	0,026	25,600	0,008	7,900	0,051	51,200	0,176	175,500
4	lunes, 13 de junio de 2016	0,029	28,800	0,031	30,700	0,010	9,800	0,041	41,500	0,126	125,700
5	miércoles, 15 de junio de 2016	0,032	31,700	0,024	24,100	0,006	6,400	0,047	47,300	0,204	203,700

FUENTE: (EPMAPS Dpto. Hidrología, 2016)

TABLA No. 4.15. CAUDALES MES DE JULIO 2016

No	FECHA	PUNTOS DE AFORO									
		PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		PUNTO 4		PUNTO 5	
		m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s	l/s
1	martes, 05 de julio de 2016	0,025	25,300	0,023	23,000	0,005	5,000	0,029	29,300	0,359	358,600
2	miércoles, 06 de julio de 2016	0,025	25,200	0,024	23,800	0,005	5,000	0,029	29,400	0,170	169,700
3	viernes, 08 de julio de 2016	0,025	24,700	0,022	22,000	0,004	3,800	0,031	30,700	0,137	137,300
4	lunes, 11 de julio de 2016	0,031	31,100	0,026	25,700	0,003	2,600	0,037	36,900	0,147	147,000
5	martes, 12 de julio de 2016	0,029	29,400	0,025	24,800	0,003	2,900	0,035	35,100	0,147	147,400

FUENTE: (EPMAPS Dpto. Hidrología, 2016)

Se tiene que en la época seca, existió un aumento del caudal, esto se debió a que existieron precipitaciones los días de muestreo y aforo, la variabilidad climática presentada durante la fase de campo de esta investigación arroja este tipo de novedades.

Los gráficos que se muestran en esta investigación, son el logro de las simulaciones del modelo Weather Research and Forecasting (WRF), para la ciudad de Quito y zona de los proyectos de la EPMAPS.

La información para la inicialización y las condiciones de frontera son obtenidas del servidor con el que cuenta el Departamento de Hidrología de

la EPMAPS, a través del url: <http://ftp.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/gfs/prod>. El modelo implementado en la EPMAPS corre en una malla de 1 km de resolución horizontal y se emiten predicciones de la precipitación para dieciocho períodos de tiempo.

Se inició el proceso estadístico para establecer la cantidad de agua que ha caído en los meses en los que se realizó el estudio, considerando que de las 4 estaciones escogidas, solo una pertenece a la red de Estaciones del INAMHI. También se realizó una comparación con lo ocurrido entre los años 2000 al 2011, lo que permitió tener una representación más clara sobre la definición de los periodos de lluvia y secos en la microcuenca Ortega; así:

TABLA No. 4.16. PRECIPITACIONES EN ESTACIONES 2016

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm) / MESES (2016)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	MAYO	JUNIO	JULIO
IZOBAMBA	121,6	73,5	142,2	112,8	37,4	15,2
CHILLOGALLO	124,1	29,1	86,1	119,3	18,3	10,4
ATACAZO	138,4	61,2	156,3	158,9	63,1	31,6
EL TROJE	191	56,9	251,2	119,8	36,7	15,2

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

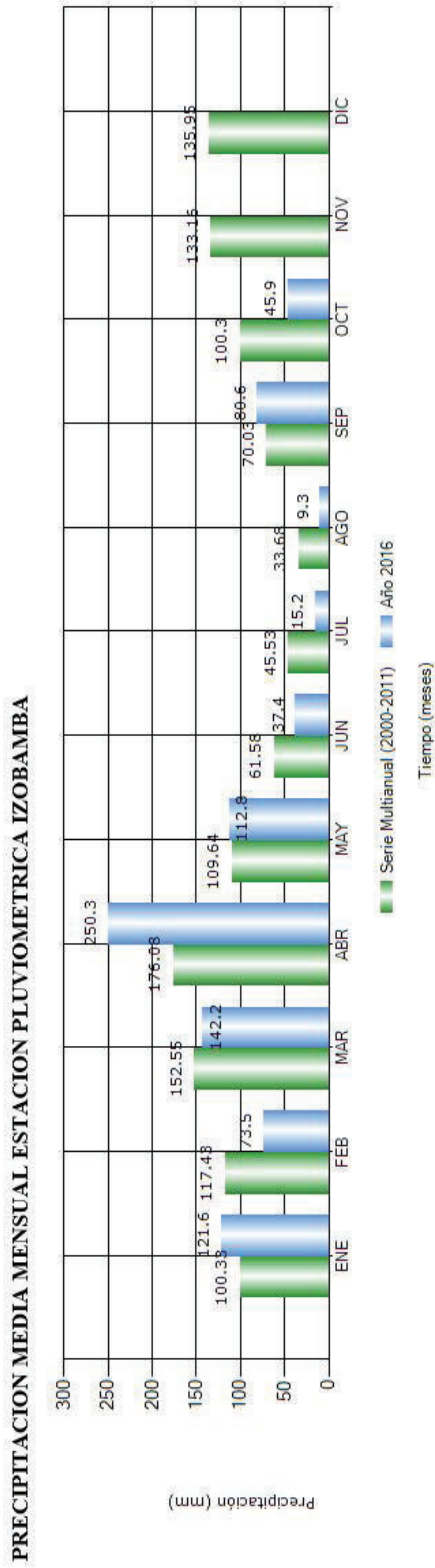
TABLA No. 4.17. PRECIPITACIONES EN ESTACIONES 2000 – 2011

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm) / MESES (2000 - 2011)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	MAYO	JUNIO	JULIO
IZOBAMBA	100,33	117,43	152,55	109,64	61,58	45,53
CHILLOGALLO	103,69	84,1	135,62	101,36	52,57	64,66
ATACAZO	99,8	129,74	172,18	138,31	77,35	48,52
EL TROJE	95,68	114,76	130,88	110,28	53,07	37,28

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

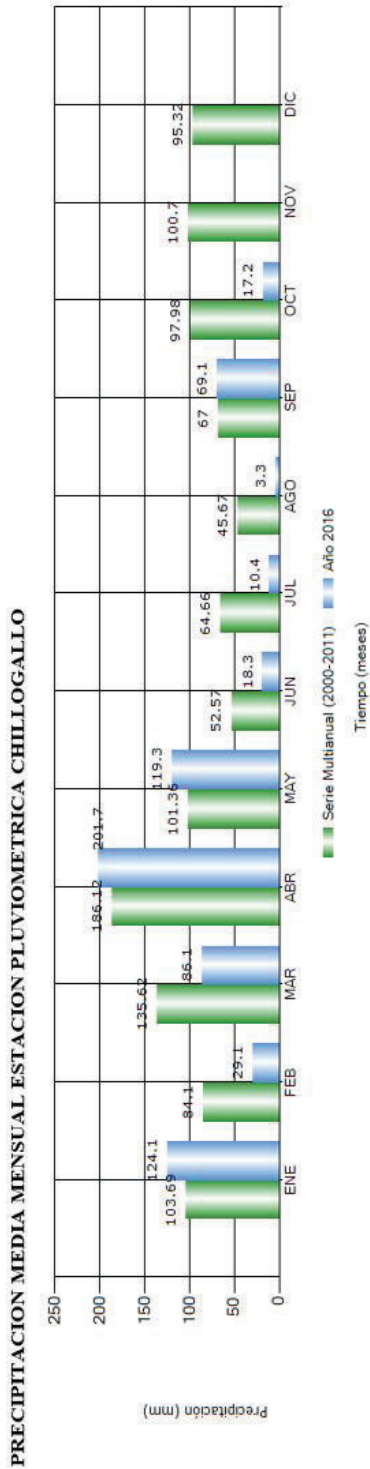
Como se puede observar en las tablas No. 4.16 y 4.17, se tiene que en los meses escogidos para hacer el muestreo, coincide con los periodos de lluvia (enero, febrero y marzo) y secos (mayo, junio y julio). En las figuras que a continuación se exponen, se puede observar los periodos secos y lluviosos en las diferentes estaciones escogidas para el área de estudio.

FIGURA No. 4.2. ESTACIÓN IZOBAMBA PRECIPITACIONES



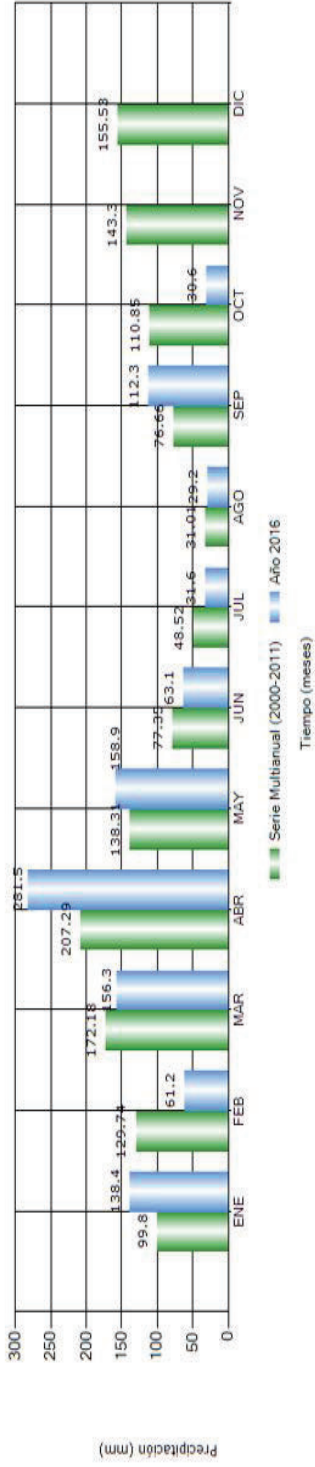
FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

FIGURA No. 4.3. ESTACIÓN CHILLOGALLO PRECIPITACIONES



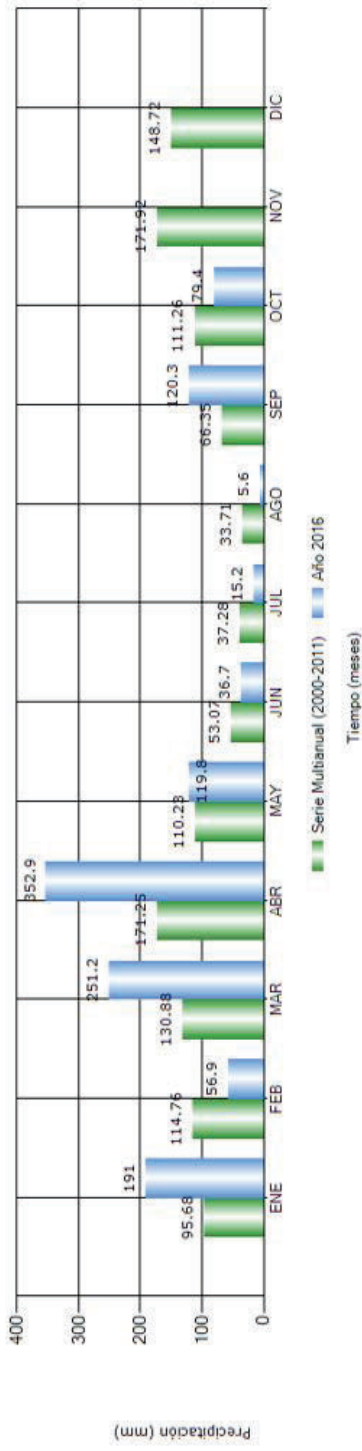
FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

FIGURA No. 4.4. ESTACIÓN ATACAZO PRECIPITACIONES
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTACION PLUVIOMETRICA ATACAZO



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

FIGURA No. 4.5. ESTACIÓN EL TROJE PRECIPITACIONES
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTACION PLUVIOMETRICA EL TROJE



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

4.1.3. Caudales e Intensidad de Lluvia

Debido a que no se cuenta con registro de caudales en la quebrada Ortega que permitan corroborar los datos de caudales de escorrentía directa a utilizar en el estudio, se ha considerado la utilización del método racional únicamente como parámetro de comparación.

Normalmente la fórmula racional tiene aplicación para cuencas pequeñas, de hasta 10 o 20 km², ello hace de este método un procedimiento ideal para la determinación del caudal máximo en el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial, es por esto que al tener 14.16 km², en la micro cuenca de la Quebrada Ortega, se aplicó este procedimiento de cálculo.

Cuando se aplica fórmula racional a cuencas de mayor tamaño, usualmente se obtienen valores de caudal muy elevados.

De acuerdo a la Tabla No. 2.2 Coeficientes de Esgurrimiento y realizando el análisis de los usos de suelo en el área de estudio, se definieron las áreas y los coeficientes de escorrentía más adecuados en función de la pendiente del terreno; así:

TABLA No. 4.18. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PONDERADO

PONDERACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA					
COBERTURA	ÁREA (Km ²)	PORCENTAJE	C (T = 25 años)	C x A	C PONDERADO
BOSQUE	2,69	19,00%	0,4	1,076	0,52
CÉSPED	8,09	57,13%	0,42	3,3978	
TECHOS	3,03	21,40%	0,88	2,6664	
CALLES	0,03	0,21%	0,86	0,0258	
TIERRA	0,32	2,26%	0,46	0,1472	
	14,16	100,00%			

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

La intensidad de lluvia obtenida es de 44.17 mm/h, por lo tanto es importante poder clasificar la lluvia registrada, para un análisis posterior y para el ámbito de la vigilancia meteorológica.

De acuerdo a (Instituto de Metereología, 2015), se define a la intensidad de lluvia según el criterio de acumulación en una hora.

Así, 41.17 mm registrados en una hora corresponden a una intensidad de lluvia muy fuerte, la importancia no está sólo en que hayan caído 41.17 mm en una hora, sino el cómo se distribuyó temporalmente esa cantidad, en nuestro caso es de forma regular en una hora, por lo que se considera que en el área de estudio, las lluvias son fuertes y con duración constante, lo que genera aumento considerable de los caudales en los cursos hídricos y el transporte a través de los mismos de residuos sólidos que son retenidos por obras de control de inundaciones en quebradas.

TABLA No. 4.19. TIPOS DE INTENSIDAD DE LLUVIA POR ACUMULACIÓN EN 1 HORA

Intensidad de lluvia	Acumulación en 1h
DEBIL	menos de 2 mm
MODERADA	entre 2.1 y 15 mm
FUERTE	entre 15.1 y 30 mm
MUY FUERTE	entre 30.1 y 60 mm
TORRENCIAL	más de 60 mm

FUENTE: (Instituto de Metereología, 2015)

4.2. ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS

4.2.1. Identificación de macroinvertebrados. Cuantificación y cualificación de macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados en la Quebrada Ortega y sus afluentes, de acuerdo a las estaciones de muestreo descritas previamente, estuvieron representadas por 15 órdenes y 32 familias, en la Tabla No. 4.20., se muestran los resultados obtenidos, mientras que en el Anexo No. 2 se resumen los órdenes y familias antes descritos.

En el Estudio de Impacto Ambiental, Construcción y Operación-Mantenimiento de la Planta de recuperación de agua en el sector Quitumbe EPMAPS, pág.182 (2013), se registró un total de 30 individuos distribuidos en seis géneros, seis familias, cuatro órdenes y dos clases. Siendo el género Clognia Cf. (familia de los Psychodidae) el más representativo con un 43% del total de macroinvertebrados registrados.

TABLA No. 4.20. ÓRDENES Y FAMILIAS ENCONTRADAS EN LOS MUESTREOS

Orden	Familia
Acarina	Hydrachnidae
Amphipoda	Hyalellidae
Basommatophora	Planorbidae
Coleóptero	Elmidae
	Hydroptilidae
	Dytiscidae
	Scirtidae
	Girinidae
Díptera	Ceratopogonidae
	Chironomidae
	Cyclorhapha muscidae
	Dolichopodidae
	Empididae
	Lepidoptera
	Limoniidae
	Psychodidae
	Simulidae
	Tabanidae
Tipulidae	
Entomobryomorpha	Isotomidae
Ephemeroptera	Baetidae
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae
Gordioidea	Gordiidae
Oligochaetae	Haplotaxida
Hemíptera	Notonectidaea
Plecóptero	Perlidae
Tricoptera	Leptociridae
	Odontoceridae
	Helichopsychidae
	Hydrobiosidae
Tricladida	Planariidae
Unionoida	Sphaeridae

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Quebrada San José:

Se determina en época lluviosa que el orden predominante de macroinvertebrados es Díptero; familia Psychodidae con un valor del 32,93%; en segundo lugar el orden es Amphipoda; familia Hyalellidae con un 25,71%, otro orden es Coleóptero; familia Dytiscidae con un 17,55%. La valoración mediante índice BMWP es de 3; 6 y 9 respectivamente.

Se determina en época seca que el orden predominante de macroinvertebrados es Amphipoda; familia Hyalellidae con un 58,13%, otro orden es Tricotera; familia Leptociridae con un 20,63%, La valoración mediante índice BMWP es de 6 y 8 respectivamente.

En las dos épocas el macroinvertebrados predominante fue orden Amphipoda; familia Hyalellidae.

TABLA No. 4.21. ESTACIÓN SAN JOSÉ ÉPOCA LLUVIOSA

		San José				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	ene-16	feb-16	mar-16	Total	PORCENTAJE
Acarina	Hydrachnidae			1	1	0,14%
Amphipoda	Hyalellidae	124		65	189	25,71%
Coleóptero	Elmidae	5		1	6	0,82%
	Hydroptilidae	19			19	2,59%
	Dytiscidae	117	12		129	17,55%
	Scirtidae	20		19	39	5,31%
Díptera	Psychodidae	116	3	123	242	32,93%
	Tipulidae	4	1		5	0,68%
Ephemeroptera	Baetidae	5	1	2	8	1,09%
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	1			1	0,14%
Oligochaetae	Haplotaxida			4	4	0,54%
Plecóptero	Perlidae	1			1	0,14%
Tricotera	Leptociridae	20	18	27	65	8,84%
	Odontoceridae	1	1	1	3	0,41%
Tricladida	Planaridae			23	23	3,13%
Total		433	36	266	735	100,00%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.22. ESTACIÓN SAN JOSÉ ÉPOCA SECA

		San José				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	may-16	jun-16	jul-16	Total	PORCENTAJE
Acarina	Hydrachnidae		3		3	0,60%
Amphipoda	Hyalellidae	3	254	36	293	58,13%
Coleóptero	Elmidae		4	3	7	1,39%
	Scirtidae		18		18	3,57%
Díptera	Chironomidae			1	1	0,20%
	Cyclorrapha muscidae		2		2	0,40%
	Simulidae		1		1	0,20%
	Tabanidae		4		4	0,79%
	Tipulidae		4		4	0,79%
Entomobryomorpha	Isotomidae		1		1	0,20%
Ephemeroptera	Baetidae		1		1	0,20%
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae			7	7	1,39%
Oligochaetae	Haplotaxida		40		40	7,94%
Plecóptero	Perlidae		1		1	0,20%
Tricoptera	Leptociridae	1	69	34	104	20,63%
	Odontoceridae		5		5	0,99%
Tricladida	Planaridae	1	8		9	1,79%
Unionoida	Sphaeridae	1	2		3	0,60%
Total		6	417	81	504	100,00%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Quebrada Monjas 1

Se determinó en época lluviosa que el orden predominante de macroinvertebrados es Oligochaetae; familia Haplotaxida; con un valor del 29,53%; en segundo valor de orden es Tricoptera; familia Leptociridae con un 16,09%, el orden Díptera, con sus familias Chironomidae y Psychodidae con un resultado de 12,02 y 12,42 respectivamente. La valoración mediante índice BMWP es de 1; 8; 2 y 3 respectivamente.

Se determinó en época seca que el orden predominante de macroinvertebrados fue Tricoptera; familia Leptociridae con un 28,63%, mientras que el orden Tricladida; familia Planaridae con un valor de 26,31% se colocó en el segundo lugar, en tanto que los órdenes Amphipoda; familia Hyalellidae con un 12,94%, otro orden fue Oligochaetae; familia Haplotaxida

con un 12,94%. La valoración mediante índice BMWP es de 8; 5; 6 y 1 respectivamente.

En las dos épocas el macroinvertebrados predominante en este punto fue orden Tricoptera; familia Leptociridae.

TABLA No. 4.23. ESTACIÓN MONJAS 1 ÉPOCA LLUVIOSA

		Monjas 1				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	ene-16	feb-16	mar-16	Total	PORCENTAJE
Amphipoda	Hyalellidae		5	41	46	9,37%
Coleóptero	Scirtidae		4	11	15	3,05%
	Girinidae			1	1	0,20%
Díptera	Ceratopogonidae		10		10	2,04%
	Chironomidae	23	36		59	12,02%
	Psychodidae		6	55	61	12,42%
	Tipulidae			5	5	1,02%
Ephemeroptera	Baetidae			6	6	1,22%
Oligochaetae	Haplotaxida	33	97	15	145	29,53%
Tricoptera	Leptociridae	12	40	27	79	16,09%
	Odontoceridae	1	3	5	9	1,83%
Tricladida	Planaridae		11	16	27	5,50%
Unionoida	Sphaeridae			28	28	5,70%
Total		69	212	210	491	100,00%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.24. ESTACIÓN MONJAS 1 ÉPOCA SECA

		Monjas 1				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	may-16	jun-16	jul-16	Total	PORCENTAJE
Amphipoda	Hyalellidae	72	13	4	89	12,94%
Coleóptero	Elmidae	2	4		6	0,87%
	Scirtidae	5	39	5	49	7,12%
Díptera	Chironomidae	1	4	6	11	1,60%
	Psychodidae		7		7	1,02%
	Tipulidae		1		1	0,15%
Ephemeroptera	Baetidae	1		1	2	0,29%
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	6	10		16	2,33%
Gordioidea	Gordiidae	38			38	5,52%
Oligochaetae	Haplotaxida	37	52		89	12,94%
Tricoptera	Leptociridae	118	42	37	197	28,63%
	Odontoceridae	1	1		2	0,29%
Tricladida	Planaridae	84	13	84	181	26,31%
Total		365	186	137	688	100,00%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Quebrada Monjas 2

Se determinó en época lluviosa que el orden predominante de macroinvertebrados fue Díptera, familia Chironomidae con un 38,54%; en segundo lugar se encontró el orden es Oligochaetae; familia Haplotaxida; con un valor del 20,31%. La valoración mediante índice BMWP es de 1; 2 respectivamente.

Se determinó en época seca que el orden predominante de macroinvertebrados fue el orden es Tricoptera; familia Leptociridae con un 57,47%, se colocó en el segundo lugar el orden Amphipoda; familia Hyalellidae con un 16,09%. La valoración mediante índice BMWP es de 8 y 6 respectivamente.

En este punto no existió un predominio de un orden o familia, esto debido a la influencia del posible arrastre de otros macroinvertebrados del punto de la quebrada Monjas 1.

TABLA No. 4.25. ESTACIÓN MONJAS 2 ÉPOCA LLUVIOSA

		Monjas 2				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	ene-16	feb-16	mar-16	Total	PORCENTAJE
Amphipoda	Hyalellidae			2	2	1,04%
Basommatophora	Planorbidae			2	2	1,04%
Coleóptero	Elmidae			1	1	0,52%
	Scirtidae			12	12	6,25%
	Girinidae		1		1	0,52%
Díptera	Ceratopogonidae		12		12	6,25%
	Chironomidae			74	74	38,54%
	Psychodidae		3		3	1,56%
	Tipulidae			7	7	3,65%
Ephemeroptera	Baetidae			6	6	3,13%
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae		5		5	2,60%
Oligochaetae	Haplotaxida			39	39	20,31%
Tricoptera	Leptociridae	12	1	2	15	7,81%
	Odontoceridae	1			1	0,52%
Tricladida	Planaridae	1	5	4	10	5,21%
Unionoidea	Sphaeriidae			2	2	1,04%
Total		14	27	151	192	100,00%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.26. ESTACIÓN MONJAS 2 ÉPOCA SECA

		Monjas 2				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	may-16	jun-16	jul-16	Total	PORCENTAJE
Acarina	Hydrachnidae	2	/		2	1,15%
Amphipoda	Hyalellidae		17	11	28	16,09%
Basommatophora	Planorbidae	2			2	1,15%
Coleóptero	Elmidae		10		10	5,75%
	Dytiscidae		2		2	1,15%
	Scirtidae	4	9	1	14	8,05%
Díptera	Cyclorrapha muscidae		1		1	0,57%
	Dolichopodidae		1		1	0,57%
	Lepidoptera		1		1	0,57%
	Psychodidae	2			2	1,15%
Ephemeroptera	Baetidae		1	1	2	1,15%
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	1			1	0,57%
Oligochaetae	Haplotaxida	2	2		4	2,30%
Tricoptera	Leptociridae	14	17	69	100	57,47%
	Odontoceridae			1	1	0,57%
	Helichopsychidae		1		1	0,57%
	Hydrobiosidae			1	1	0,57%
Tricladida	Planaridae		1		1	0,57%
Total		27	63	84	174	100,00%

FUENTE: (Enriquez Pinos & Torres Flores, 2017)

Quebrada Ortega

El orden predominante en época de lluvia fue Oligochaetae; familia Haploxiida con un 36,67%, en segundo lugar el orden Díptera; familia correspondiente a Chironomidae con un 25,33%, otro orden representativo fue Tricoptera; familia Leptociridae con un 23,86%. La valoración de estas familias mediante índice BMWP es de 1; 2 y 8 respectivamente.

El orden predominante en época seca fue orden Díptera; familia correspondiente a Chironomidae con un 79,41%, en segundo lugar se encontró el orden Oligochaetae; familia Haploxiida con un 11,34%, La

valoración de estas familias mediante índice BMWP es de 2 y 1 respectivamente.

En este punto se determinó que los principales ordenes fueron Oligochaetae; familia Haploxyda y el orden Díptera; familia Chironomidae, mismo que son indicativos de contaminación.

TABLA No. 4.27. ESTACIÓN ORTEGA ÉPOCA LLUVIOSA

		Ortega				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	ene-16	feb-16	mar-16	Total	PORCENTAJE
Amphipoda	Hyalellidae	1	6	1	8	1,18%
Basommatophora	Planorbidae			5	5	0,74%
Coleóptero	Elmidae			5	5	0,74%
	Scirtidae	2		8	10	1,47%
Díptera	Chironomidae	30	69	73	172	25,33%
	Cyclorhapha muscidae	8			8	1,18%
	Psychodidae	12			12	1,77%
	Simulidae	3			3	0,44%
	Tipulidae	8	4	8	20	2,95%
Ephemeroptera	Baetidae		4	9	13	1,91%
Oligochaetae	Haplotaxida	45	47	157	249	36,67%
Tricoptera	Leptoceridae	6		156	162	23,86%
	Odontoceridae	2			2	0,29%
	Hydrobiosidae			3	3	0,44%
Tricladida	Planaridae	2		5	7	1,03%
Total		119	130	430	679	100,00%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.28. ESTACIÓN ORTEGA ÉPOCA SECA

		Ortega				
		MUESTREOS				
Orden	Familia	may-16	jun-16	jul-16	Total	PORCENTAJE
Coleóptero	Scirtidae	2			2	0,84%
Díptera	Chironomidae		189		189	79,41%
	Cyclorrapha muscidae		2		2	0,84%
	Psychodidae	3			3	1,26%
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	1	5		6	2,52%
Oligochaetae	Haplotaxida	25	2		27	11,34%
Hemíptera	Notonectidae		6		6	2,52%
Tricóptera	Leptociridae	2			2	0,84%
Tricladida	Planaridae	1			1	0,42%
Total		34	204	0	238	100,00%

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

4.2.2. Interpretación de resultados a través del Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party/Col).

Para la valoración biológica de la calidad del agua de la Quebrada Ortega y sus afluentes, se utilizó como metodología el método BMWP/Col el cual contiene una tabla de valores que va de 1 a 10, mide el grado de tolerancia a la contaminación de un cauce.

La calidad del agua obtenida en función de las consideraciones bióticas, presenta las siguientes calificaciones para cada una de los puntos: quebrada San José (clases II, III, II, IV, II y IV); quebrada Monjas 1 (clases IV, III, III, II, III y IV); quebrada Monjas 2 (clases IV, IV, III, IV, II y III); quebrada Ortega (clases III, IV, IV, IV, V).

Las clases que se presentan mayoritariamente en los cuatro puntos de la microcuenca de la quebrada Ortega son: clase III y IV que indican calidad de agua dudosa y crítica, aguas moderadamente contaminadas y aguas muy contaminadas respectivamente.

En el Estudio de Impacto Ambiental, Construcción y Operación-Mantenimiento de la Planta de recuperación de agua en el sector Quitumbe EPMAPS, pág.182 (2013) según el Índice BMWP se puede determinar que las quebradas en estudio se encuentran dentro de dos categorías: muy

crítica y crítica. Esto demuestra y resalta que las quebradas en estudio se deben tomar mayor atención y aplicar medidas correctivas, ya que sus aguas se encuentran en malas condiciones.

QUEBRADA SAN JOSÉ.

En la época invernal con respecto al primer muestreo (enero 2016), presenta una calidad aceptable con un índice BMWP de 75 con aguas ligeramente contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

En el segundo (febrero 2016) y tercer (marzo 2016) muestreo se presenta una calidad dudosa con un índice BMWP de 52 y 47 respectivamente con aguas ligeramente contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

En tanto que en época seca en el primer (enero) y tercer (marzo) muestreo se presenta una calidad crítica con un índice BMWP de 23 y 25 respectivamente, con aguas muy contaminadas.

En el segundo muestreo se presenta una calidad aceptable con un índice BMWP de 92 respectivamente con aguas ligeramente contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

TABLA No. 4.29. PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN SAN JOSÉ ÉPOCA LLUVIOSA.

		PUNTAJE	MUESTREOS		
Orden	Familia	ÍNDICE BMWP/Col	ene-16	feb-16	mar-16
Acarina	Hydrachnidae	4			4
Amphipoda	Hyalellidae	6	6		6
Basommatophora	Planorbidae	5			
Coleóptero	Elmidae	6	6		6
	Hydroptilidae	3	3		
	Dytiscidae	9	9	9	
	Scirtidae	7	7		7
	Girinidae	3			
Diptera	Ceratopogonidae	4			
	Chironomidae	2			
	Cyclorhapha muscidae	2			
	Psychodidae	3	3	3	3
	Simuliidae	5			
	Tabanidae	5			
	Tipulidae	5	5	5	
Entomobryomorpha	Isotomidae	7			
Ephemeroptera	Baetidae	7	7	7	7
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3	1		
Gordioidea	Gordiidae	6			
Oligochaetae	Haplotaxida	1			1
Hemíptera	Notonectidae	3			
Plecóptero	Perlidae	10	10	10	
Tricoptera	Leptociridae	8	8	8	8
	Odontoceridae	10	10	10	
	Helichopsychidae	10			
	Hydrobiosidae	9			
Tricladida	Planariidae	5			5
Unionoida	Sphaeridae	4			
Total			75	52	47
Calidad			aceptable	dudosa	dudosa
Clase			II	III	III

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.30. PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN SAN JOSÉ ÉPOCA SECA.

Orden	Familia	PUNTAJE	MUESTREOS		
		ÍNDICE BMWP/Col	may-16	may-16	jul-16
Acarina	Hydrachnidae	4		4	
Amphipoda	Hyalellidae	6	6	6	6
Basommatophora	Planorbidae	5			
Coleóptero	Elmidae	6		6	6
	Hydroptilidae	3			
	Dytiscidae	9			
	Scirtidae	7		7	
	Girinidae	3			
Díptera	Ceratopogonidae	4			
	Chironomidae	2			2
	Cyclorhapha muscidae	2		2	
	Dolichopodidae	4			
	Empididae	4			
	Lepidoptera	7			
	Limoniidae	4			
	Psychodidae	3			
	Simulidae	5		5	
	Tabanidae	5		5	
Tipulidae	5		5		
Entomobryomorpha	Isotomidae	7		7	
Ephemeroptera	Baetidae	7		7	
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3			3
Gordioidea	Gordiidae	6			
Oligochaetae	Haplotaxida	1		1	
Hemiptera	Notonectidae	3			
Plecóptero	Perlidae	10		10	
Tricoptera	Leptoceridae	8	8	8	8
	Odontoceridae	10		10	
	Helichopsychidae	10			
	Hydrobiosidae	9			
Tricladida	Planariidae	5	5	5	
Unionoida	Sphaeriidae	4	4	4	
Total			23	92	25
Calidad			Crítica	Aceptable	Crítica
Clase			IV	II	IV

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

QUEBRADA MONJAS 1.

En la época invernal con respecto al primer muestreo (enero), presenta una calidad mala con un índice BMWP de 28 con aguas muy contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

En el segundo (febrero) y tercer (marzo) muestreo se presenta una calidad dudosa con un índice BMWP de 56 y 59 respectivamente con aguas ligeramente contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

La época seca muestra en el primer muestreo (mayo) una calidad aceptable con un índice BMWP de 61, con aguas ligeramente contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

En el segundo muestreo (junio) y tercer muestreo (julio) de la época seca se observa un índice BMWP de 56 y 35 respectivamente lo que indica aguas moderadamente contaminadas de calidad dudosa. Y con una calidad hidrológica moderada.

TABLA No. 4.31. PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN MONJAS 1 ÉPOCA LLUVIOSA.

		PUNTAJE	MUESTREOS		
Orden	Familia	ÍNDICE BMWP/Col	ene-16	feb-16	mar-16
Acarina	Hydrachnidae	4			
Amphipoda	Hyalellidae	6		6	6
Basommatophora	Planorbidae	5			
Coleóptero	Elmidae	6			
	Hydroptilidae	3			
	Dytiscidae	9			
	Scirtidae	7	7	7	7
	Girinidae	3			3
Diptera	Ceratopogonidae	4		4	
	Chironomidae	2	2	2	
	Cyclorrapha muscidae	2			
	Psychodidae	3		3	3
	Simulidae	5			
	Tabanidae	5			
	Tipulidae	5			5
Entomobryomorpha	Isotomidae	7			
Ephemeroptera	Baetidae	7			7
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3			
Gordioidea	Gordiidae	6			
Oligochaetae	Haplotaxida	1	1	1	1
Hemíptera	Notonectidae	3			
Plecóptero	Perlidae	10		10	
Tricoptera	Leptociridae	8	8	8	8
	Odontoceridae	10	10	10	10
	Helichopsychidae	10			
	Hydrobiosidae	9			
Tricladida	Planaridae	5		5	5
Unionoida	Sphaeridae	4			4
Total			28	56	59
Calidad			Crítica	Dudosa	Dudosa
Clase			IV	III	III

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.32 PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN MONJAS 1 ÉPOCA SECA.

Orden	Familia	PUNTAJE	MUESTREOS		
		ÍNDICE BMWP/Col	may-16	jun-16	jul-16
Acarina	Hydrachnidae	4			
Amphipoda	Hyalellidae	6	6	6	6
Basommatophora	Planorbidae	5			
Coleóptero	Elmidae	6	6	6	
	Hydroptilidae	3			
	Dytiscidae	9			
	Scirtidae	7	7	7	7
	Girinidae	3			
Díptera	Ceratopogonidae	4			
	Chironomidae	2	2	2	2
	Cyclorhapha muscidae	2			
	Dolichopodidae	4			
	Empididae	4			
	Lepidoptera	7			
	Limoniidae	4			
	Psychodidae	3		3	
	Simulidae	5			
	Tabanidae	5			
Tipulidae	5		5		
Entomobryomorpha	Isotomidae	7			
Ephemeroptera	Baetidae	7	7		7
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3	3	3	
Gordioidea	Gordiidae	6	6		
Oligochaetae	Haplotaxida	1	1	1	
Hemiptera	Notonectidae	3			
Plecóptero	Perlidae	10			
Tricoptera	Leptoceridae	8	8	8	8
	Odontoceridae	10	10	10	
	Helichopsychidae	10			
	Hydrobiosidae	9			
Tricladida	Planariidae	5	5	5	5
Unionoida	Sphaeridae	4			
Total			61	56	35
Calidad			aceptable	dudosa	crítica
Clase			II	III	IV

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

QUEBRADA MONJAS 2.

En la época invernal con respecto al primer (enero) y segundo (febrero) muestreo, presenta una calidad mala con un índice BMWP de 23 y 26 que indica aguas muy contaminadas y una calidad ecológica hidromorfológica mala, lo que se correlaciona con los resultados físico químicos y microbiológicos.

En el tercer (marzo) muestreo se presenta una calidad dudosa con un índice BMWP de 56 y 59 respectivamente con aguas ligeramente contaminadas y una calidad ecológica hidromorfológica moderada, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

La época seca muestra en el segundo muestreo (junio) se obtiene una calidad de agua aceptable con un índice BMWP de 72, con aguas ligeramente contaminadas y una calidad ecológica hidromorfológica buena, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

En el primer muestreo (mayo) y tercer muestreo (julio) de la época seca se observa un índice BMWP de 31 y 47 respectivamente lo que indica aguas moderadamente contaminadas de calidad dudosa. Y con una calidad hidrológica moderada.

TABLA No. 4.33. PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN MONJAS 2 ÉPOCA LLUVIOSA.

Orden	Familia	PUNTAJE	MUESTREOS		
		ÍNDICE BMWP/Col	ene-16	feb-16	mar-16
Acarina	Hydrachnidae	4			
Amphipoda	Hyalellidae	6			6
Basommatophora	Planorbidae	5			5
Coleóptero	Elmidae	6			6
	Hydroptilidae	3			
	Dytiscidae	9			
	Scirtidae	7			7
	Girinidae	3		3	
Diptera	Ceratopogonidae	4		4	
	Chironomidae	2			2
	Cyclorrapha muscidae	2			
	Psychodidae	3		3	
	Simulidae	5			
	Tabanidae	5			
	Tipulidae	5			5
Entomobryomorpha	Isotomidae	7			
Ephemeroptera	Baetidae	7			7
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3		3	
Gordioidea	Gordiidae	6			
Oligochaetae	Haplotaxida	1			1
Hemíptera	Notonectidae	3			
Plecóptero	Perlidae	10			
Tricoptera	Leptociridae	8	8	8	8
	Odontoceridae	10	10		
	Helichopsychidae	10			
	Hydrobiosidae	9			
Tricladida	Planariidae	5	5	5	5
Unionoida	Sphaeridae	4			4
Total			23	26	56
Calidad			crítica	crítica	dudosa
Clase			IV	IV	III

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.34. PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN MONJAS 2 ÉPOCA SECA.

Orden	Familia	PUNTAJE	MUESTREOS		
		ÍNDICE BMWP/Col	may-16	jun-16	jul-16
Acarina	Hydrachnidae	4	4		
Amphipoda	Hyalellidae	6		6	6
Basommatophora	Planorbidae	5	5		
Coleóptero	Elmidae	6		6	
	Hydroptilidae	3			
	Dytiscidae	9		9	
	Scirtidae	7	7	7	7
	Girinidae	3			
Díptera	Ceratopogonidae	4			
	Chironomidae	2			
	Cyclorhapha muscidae	2		2	
	Dolichopodidae	4		4	
	Empididae	4			
	Lepidoptera	7		7	
	Limoniidae	4			
	Psychodidae	3	3		
	Simulidae	5			
	Tabanidae	5			
	Tipulidae	5			
Entomobryomorpha	Isotomidae	7			
Ephemeroptera	Baetidae	7		7	7
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3	3		
Gordioidea	Gordiidae	6			
Oligochaetae	Haplotaxida	1	1	1	
Hemíptera	Notonectidae	3			
Plecóptero	Perlidae	10			
Tricoptera	Leptoceridae	8	8	8	8
	Odontoceridae	10			10
	Helichopsychidae	10		10	
	Hydrobiosidae	9			9
Tricladida	Planaridae	5		5	
Unionoida	Sphaeridae	4			
Total			31	72	47
Calidad			crítica	aceptable	dudosa
Clase			IV	II	III

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

QUEBRADA ORTEGA.

En la época invernal con respecto al primer muestreo, presenta una calidad dudosa con un índice BMWP de 52 con aguas ligeramente contaminadas, lo que se correlaciona con el primer muestreo de la Quebrada San José con un índice BMWP 75 y Quebrada Monjas punto 1 y punto 2 con un índice BMWP de 28 y 23 estos índices inciden en el resultado del índice BMWP de esta quebrada al ser aportantes de la misma; además se relaciona con la calidad físico químicos y microbiológicos.

En segundo y el tercer muestreo el índice BMWP nos indica una calidad crítica de calidad de agua que establece un agua muy contaminada lo que se correlaciona con los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos.

En época seca se realiza dos muestreos de los cuales se obtiene que en el primer muestreo presenta una calidad crítica con un índice BMWP de 27 con aguas muy contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

En el segundo muestro en época seca se obtiene una calidad crítica con un índice BMWP de 11 con aguas fuertemente contaminadas, lo que se correlaciona con los resultados físico químico y microbiológico.

La EPMAPS, a través de la Unidad de Mantenimiento de Quebradas, perteneciente al Departamento de Alcantarillado, realiza periódicamente el control de inundaciones, esto a través del mantenimiento de quebradas, con maquinaria pesada que remueve cualquier material que provoque embalsamiento de las aguas, esta acción altera el hábitat natural de las poblaciones de macroinvertebrados, razón por la cual el tercer muestreo en época seca se debió suspender, pese a que se regresó al punto de monitoreo dos veces en el mismo mes para intentar muestrearlo.

TABLA No. 4.35. PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN ORTEGA ÉPOCA LLUVIOSA.

Orden	Familia	PUNTAJE	MUESTREOS		
		ÍNDICE BMWP/Col	ene-16	feb-16	mar-16
Acarina	Hydrachnidae	4			
Amphipoda	Hyalellidae	6	6	6	6
Basommatophora	Planorbidae	5			5
Coleóptero	Elmidae	6			6
	Hydroptilidae	3			
	Dytiscidae	9			
	Scirtidae	7	7		7
	Girinidae	3			
Diptera	Ceratopogonidae	4			
	Chironomidae	2	2	2	2
	Cyclorhapha muscidae	2	2		
	Psychodidae	3	3		
	Simulidae	5	3		
	Tabanidae	5			
	Tipulidae	5	5	5	5
Entomobryomorpha	Isotomidae	7			
Ephemeroptera	Baetidae	7		7	7
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3			
Gordioidea	Gordiidae	6			
Oligochaetae	Haplotaxida	1	1	1	1
Hemíptera	Notonectidae	3			
Plecóptero	Perlidae	10			
Tricoptera	Leptociridae	8	8		8
	Odontoceridae	10	10		
	Helichopsychidae	10			
	Hydrobiosidae	9			
Tricladida	Planaridae	5	5		5
Unionoida	Sphaeridae	4			
Total			52	21	52
Calidad			dudosa	crítica	crítica
Clase			III	IV	IV

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.36. PUNTAJE DEL BMWP/Col ESTACIÓN ORTEGA ÉPOCA SECA.

Orden	Familia	PUNTAJE	MUESTREOS		
		ÍNDICE BMWP/Col	may-16	jun-16	jul-16
Acarina	Hydrachnidae	4			
Amphipoda	Hyalellidae	6			
Basommatophora	Planorbidae	5			
Coleóptero	Elmidae	6			
	Hydroptilidae	3			
	Dytiscidae	9			
	Scirtidae	7	7		
	Girinidae	3			
Díptera	Ceratopogonidae	4			
	Chironomidae	2		2	
	Cyclorhapha muscidae	2		2	
	Dolichopodidae	4			
	Empididae	4			
	Lepidoptera	7			
	Limoniidae	4			
	Psychodidae	3	3		
	Simuliidae	5			
	Tabanidae	5			
Tipulidae	5				
Entomobryomorpha	Isotomidae	7			
Ephemeroptera	Baetidae	7			
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3	3	3	
Gordioidea	Gordiidae	6			
Oligochaetae	Haplotaxida	1	1	1	
Hemíptera	Notonectidae	3		3	
Plecóptero	Perlidae	10			
Tricoptera	Leptoceridae	8	8		
	Odontoceridae	10			
	Helichopsychidae	10			
	Hydrobiosidae	9			
Tricladida	Planaridae	5	5		
Unionoida	Sphaeridae	4			
Total			27	11	
Calidad			crítica	muy crítica	
Clase			IV	V	

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

4.3. CALIDAD DEL AGUA.

Decir que el agua se encuentra contaminada o no, es un concepto, de alguna manera relativa, ya que no se puede hacer una clasificación absoluta de la "calidad" del agua.

La determinación del estado de la calidad de un agua estará referida al uso previsto para la misma; de igual manera el concepto de contaminación ha de estar referido, a los usos posteriores del agua. En este sentido, se entiende por contaminación a la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía que impliquen una alteración perjudicial de la calidad del agua en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

La EPMAPS a través de Departamento de Control de la Calidad del Agua (DCCA), cuenta con el Laboratorio Central de Control de Calidad (L3C), realiza la vigilancia de la calidad del agua en su ciclo completo desde las fuentes, captaciones, embalses, agua subterránea, el agua cruda que ingresa a las plantas de tratamiento, el agua potable que sale de las plantas de tratamiento hasta el agua residual, con el fin de verificar el cumplimiento de las normativas vigentes.

La EPMAPS cuenta con este laboratorio acreditado desde mayo del 2006 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) bajo la Norma ISO 17025, garantizando su competencia técnica. Actualmente el laboratorio de control de calidad de la EPMAPS tiene la capacidad de realizar 43 de los 68 parámetros detallados en la Norma INEN 1108. Requisitos: Agua Potable (los restantes parámetros se ensayan en laboratorios internacionales).

- a. Parámetros acreditados: 29
- b. Parámetros acreditados agua potable y superficial: 22
- c. Parámetros acreditados agua residual: 7

4.3.1. Calidad Física, Química y Microbiológica

Se resumen los parámetros más importantes, de acuerdo a como la legislación ambiental vigente, califica los CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS; los datos de todos los ensayos realizados se lo puede ver en el Anexo No. 8; así tenemos:

TABLA No. 4.37. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. SAN JOSÉ ÉPOCA LLUVIOSA

ACUERDO No. 097-A Refórmese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015
 TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	ene-16		feb-16		mar-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE	35,7	NO CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	<50***	CUMPLE	<50***	CUMPLE	76,9	NO CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	< 1	CUMPLE	< 1,1	CUMPLE	836	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	0,05	CUMPLE	0,111	CUMPLE	0,6925	NO CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,055	CUMPLE	0,04	CUMPLE	0,031	CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	< 5	CUMPLE	7,9	CUMPLE	8,46	CUMPLE
pH		6,5 - 9	7,25	CUMPLE	8,34	CUMPLE	8,74	CUMPLE
% SATURACION DE OXIGENO	%	80	90,04	CUMPLE	90,31	CUMPLE	99,45	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		10,2		11		11,2	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enriquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.38. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. SAN JOSÉ ÉPOCA SECA

ACUERDO No. 097-A Reformese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015
 TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	may-16		jun-16		jul-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE	< 10***	NO CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	144,1	CUMPLE	<50***	CUMPLE	<50***	NO CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	85	CUMPLE	11	CUMPLE	< 1,1	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	0,7	CUMPLE	1,074	CUMPLE	< 0,01	NO CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,201	CUMPLE	0,024	CUMPLE	0,055	CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	4,2	CUMPLE	3,17	CUMPLE	< 5	CUMPLE
pH		6,5 - 9	6,66	CUMPLE	8,17	CUMPLE	7,93	CUMPLE
% SATURACION DE OXÍGENO	%	80	96,95	CUMPLE	96,6	CUMPLE	110	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		11,6		9,6		12,6	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enriquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.39. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. MONJAS 1 ÉPOCA LLUVIOSA

ACUERDO No. 097-A Reformese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	ene-16		feb-16		mar-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	21,6	NO CUMPLE	< 10***	CUMPLE	207,8	NO CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	91,2	NO CUMPLE	<50***	CUMPLE	497,5	NO CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	300	NO CUMPLE	740	NO CUMPLE	1067	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	0,141	CUMPLE	0,098	CUMPLE	0,4369	NO CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,25	CUMPLE	0,017	CUMPLE	0,017	CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	14,5	CUMPLE	8,77	CUMPLE	26,6	CUMPLE
pH		6,5 - 9	7,58	CUMPLE	8,3	CUMPLE	8,7	CUMPLE
% SATURACION DE OXÍGENO	%	80	93,22	CUMPLE	104,84	CUMPLE	94,05	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		11		11,4		13,8	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enriquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.40. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. MONJAS 1 ÉPOCA SECA

ACUERDO No. 097-A Reformese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015
 TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	may-16		jun-16		jul-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	<50***	CUMPLE	<50***	CUMPLE	<50***	CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	1220	NO CUMPLE	12,1	NO CUMPLE	< 1,1	CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	6,1	NO CUMPLE	< 0,01	CUMPLE	< 0,01	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,16	CUMPLE	0,023	CUMPLE	0,066	CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	13,7	CUMPLE	3,1	CUMPLE	< 5	CUMPLE
pH		6,5 - 9	7,71	CUMPLE	8,17	CUMPLE	8,42	CUMPLE
% SATURACION DE OXÍGENO	%	80	99,86	CUMPLE	98,3	CUMPLE	117,8	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		11		9,6		11,7	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enriquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.41. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. MONJAS 2 ÉPOCA LLUVIOSA

ACUERDO No. 097-A Refórmese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	ene-16		feb-16		mar-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	47,9	NO CUMPLE	< 10***	CUMPLE	38,9	NO CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	105,3	NO CUMPLE	<50***	CUMPLE	84,1	NO CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	410	NO CUMPLE	740	NO CUMPLE	24196	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	0,159	CUMPLE	0,357	NO CUMPLE	0,4309	NO CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,025	CUMPLE	0,038	CUMPLE	0,031	CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	18,7	CUMPLE	8,14	CUMPLE	54,2	NO CUMPLE
pH		6,5 - 9	7,1	CUMPLE	8,65	CUMPLE	8,3	CUMPLE
% SATURACION DE OXIGENO	%	80	91,98	CUMPLE	101,8	CUMPLE	99,17	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		14,1		11,4		12,5	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.42. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. MONJAS 2 ÉPOCA SECA

ACUERDO No. 097-A Refórmese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015
 TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	may-16		jun-16		jul-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	95,9	NO CUMPLE	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	205,3	NO CUMPLE	62,2	NO CUMPLE	<50***	CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	738	NO CUMPLE	200	NO CUMPLE	310	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	0,728	NO CUMPLE	< 0,01	CUMPLE	< 0,01	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,059	CUMPLE	0,074	CUMPLE	0,34	CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	26,8	CUMPLE	3,26	CUMPLE	< 5	CUMPLE
pH		6,5 - 9	7,86	CUMPLE	8,13	CUMPLE	7,89	CUMPLE
% SATURACION DE OXIGENO	%	80	106,22	CUMPLE	97,92	CUMPLE	105,7	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		10,3		13,4		12,4	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.43. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. ORTEGA ÉPOCA LLUVIOSA

ACUERDO No. 097-A Refórmese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015
 TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	ene-16		feb-16		mar-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	<50***	CUMPLE	<50***	CUMPLE	<50***	CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	2419600	NO CUMPLE	325500000	NO CUMPLE	80500	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	0,142	CUMPLE	0,737	NO CUMPLE	1,0793	NO CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,08	CUMPLE	0,077	CUMPLE	0,026	CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	< 5	CUMPLE	< 5	CUMPLE	4,11	CUMPLE
pH		6,5 - 9	6,96	CUMPLE	7,31	CUMPLE	8,1	CUMPLE
% SATURACION DE OXÍGENO	%	80	84,49	CUMPLE	82,43	CUMPLE	87,83	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		14		13,2		16	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enriquez Pinos & Torres Flores, 2017)

TABLA No. 4.44. RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QDA. ORTEGA ÉPOCA SECA

ACUERDO No. 097-A Refórmese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial 387, 4 de junio de 2015
 TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	may-16		jun-16		jul-16	
			RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	RESULTADO	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
DBO5	(mg/L)	20	< 10***	CUMPLE	< 10***	CUMPLE	27,4	CUMPLE
DQO	(mg/L)	40	<50***	CUMPLE	<50***	CUMPLE	64,6	CUMPLE
E.COLI	NMP/100 mL	REVISAR 5.1.2.5*	9700	NO CUMPLE	272000	NO CUMPLE	60150	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	0,3	2	NO CUMPLE	< 0,01	CUMPLE	0,435	NO CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	Max. incremento de 10% condición natural	< 50	NO APLICA	< 50	NO APLICA	70	NO APLICA
TENSOACTIVOS	(mg/L)	0,5	0,06	CUMPLE	0,1	CUMPLE	1,04	NO CUMPLE
TURBIEDAD	NTU	5.1.2.4**	8,69	CUMPLE	23,4	CUMPLE	< 5	CUMPLE
pH		6,5 - 9	7,95	CUMPLE	7,56	CUMPLE	7,61	CUMPLE
% SATURACION DE OXÍGENO	%	80	103,87	CUMPLE	94,47	CUMPLE	94,5	CUMPLE
TEMPERATURA	° C		13,1		15,2		14,5	

* En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.

** a) Condición natural (valor de fondo) más del 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN

*** DBO5, DQO y SS constan en el alcance de acreditación emitido por el SAE que garantizan los resultados. Los límites de cuantificación son 10; 50 y 50 mg/L respectivamente razón por la cual no se reportan valores menores a estos límites.

FUENTE: (Enriquez Pinos & Torres Flores, 2017)

4.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN 2012, 2013 Y 2014 A LA QUEBRADA ORTEGA

Durante los años 2012, 2013 y 2014 se realizó la planificación y ejecución de toma y análisis de muestras para obtener resultados de parámetros físico-químico y microbiológico en la Quebrada Ortega, esto como línea base para determinar el nivel de contaminación de este curso hídrico, con la finalidad de ejecutar la fase inicial del Plan de Descontaminación de los Ríos de Quito (PDRQ) a cargo de la EPMAPS.

En estos resultados se evidencia la contaminación ambiental en este curso hídrico, con el incumplimiento de las normativas vigentes en los diferentes años.

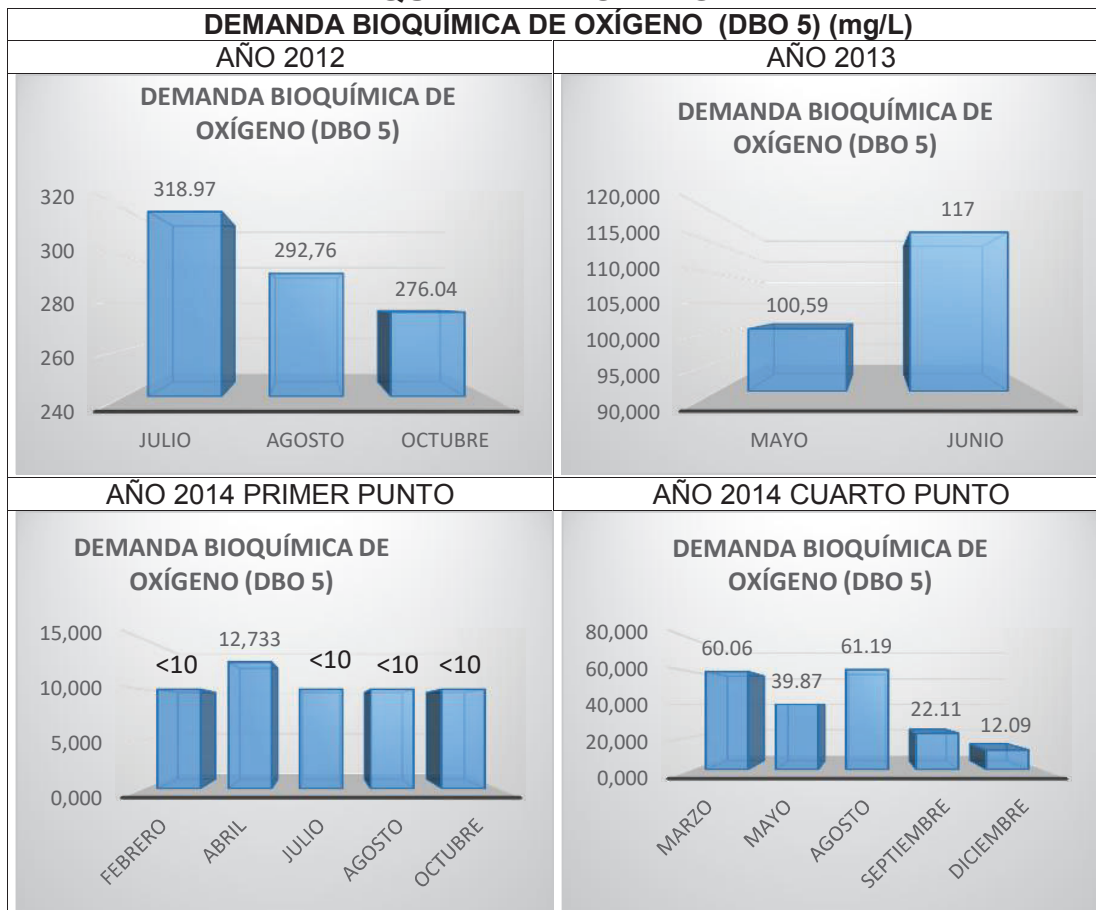
Se presenta una notable mejoría de las características del agua en el año 2014, en el cual se realiza campañas de 7 días consecutivos en 3 puntos de la Quebrada Ortega, de los cuales, para esta investigación se toman dos puntos que coinciden con el cuarto punto tomado en el año 2016, se establece la mejoría luego de que en el sector se colocara el sistema de colectores e interceptores, los cuales llevan las aguas residuales de tipo domestico para su tratamiento a la PTAR Quitumbe.

Se mantiene el registro de los resultados de laboratorio en el SAMI, el cual es la base de datos de la EPMAPS.

Se observa en el SAMI que las muestras fueron obtenidas en distintas épocas del año y con muestreo de tipo simple en algunos casos y otros de tipo compuesto, no se evidencia en el SAMI el registro de parámetros de campo (temperatura, pH, OD, entre otros); los puntos de monitoreo no fueron geo referenciados para los años 2012 y 2013; se cambiaron de acuerdo a las necesidades que se presentaron en ese tiempo, tampoco existe una clara definición de parámetros a realizarse, por lo que se toma para este estudio solo los parámetros que se realizaron en todos los muestreos.

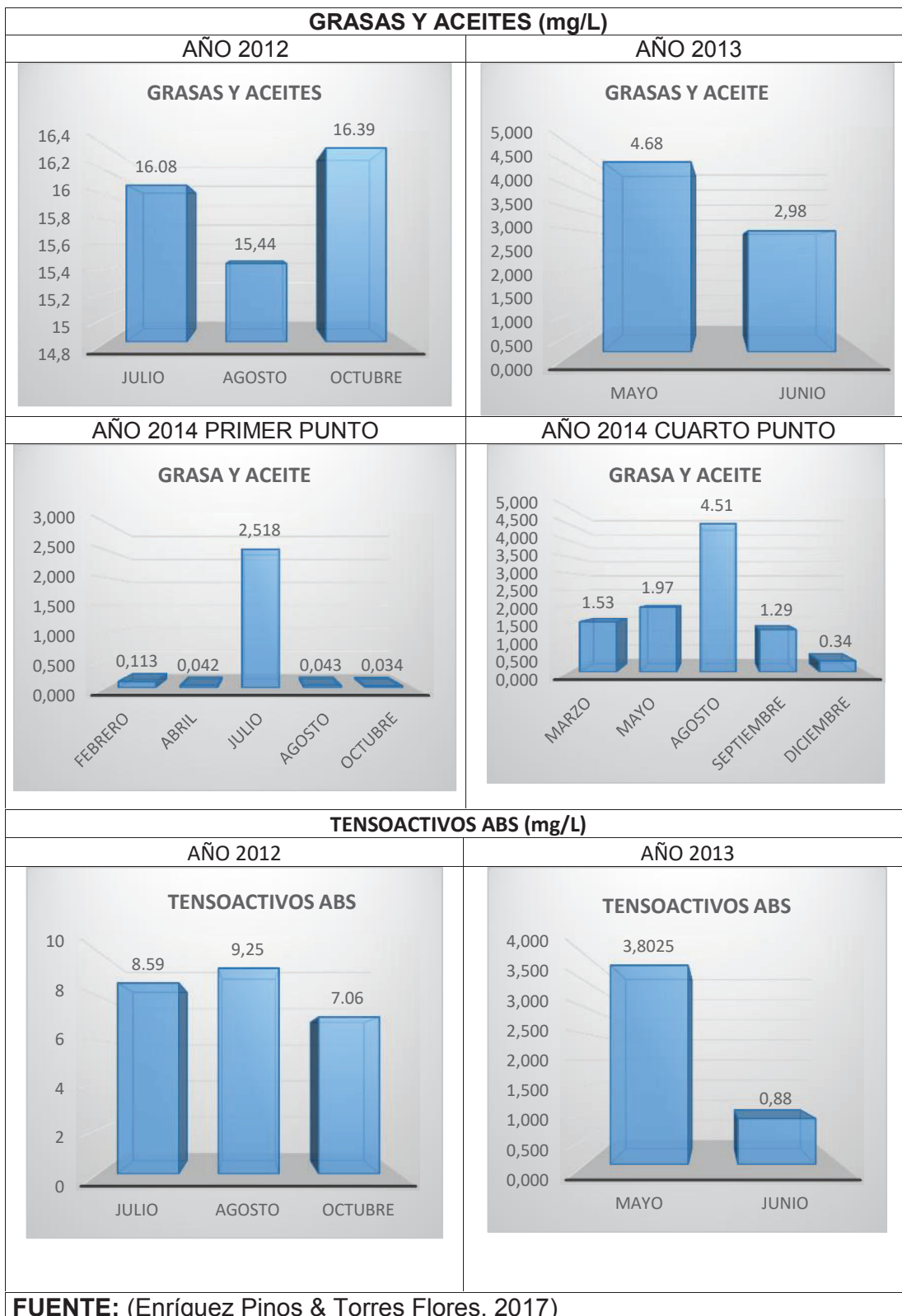
TABLA No. 4.45. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA AÑOS 2012, 2013 Y 2014 QUEBRADA ORTEGA

QUEBRADA ORTEGA

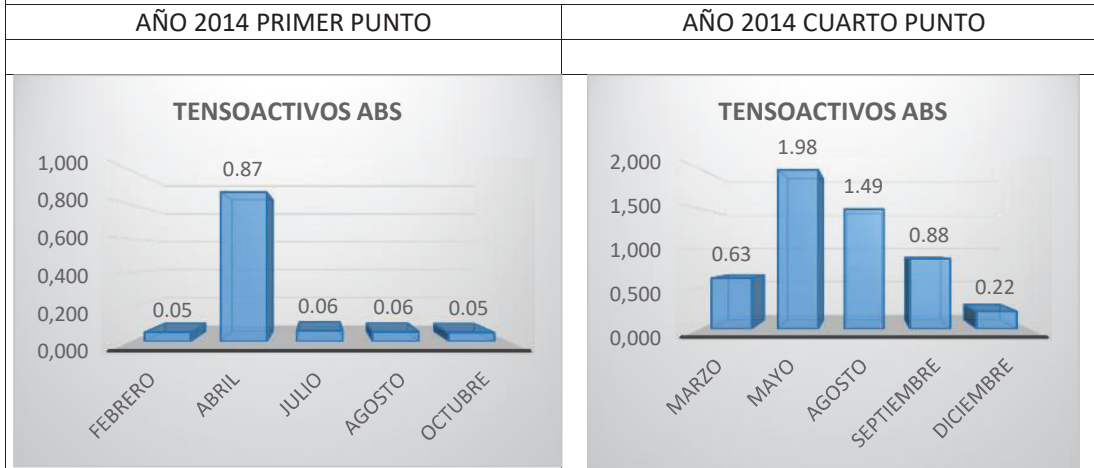


FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

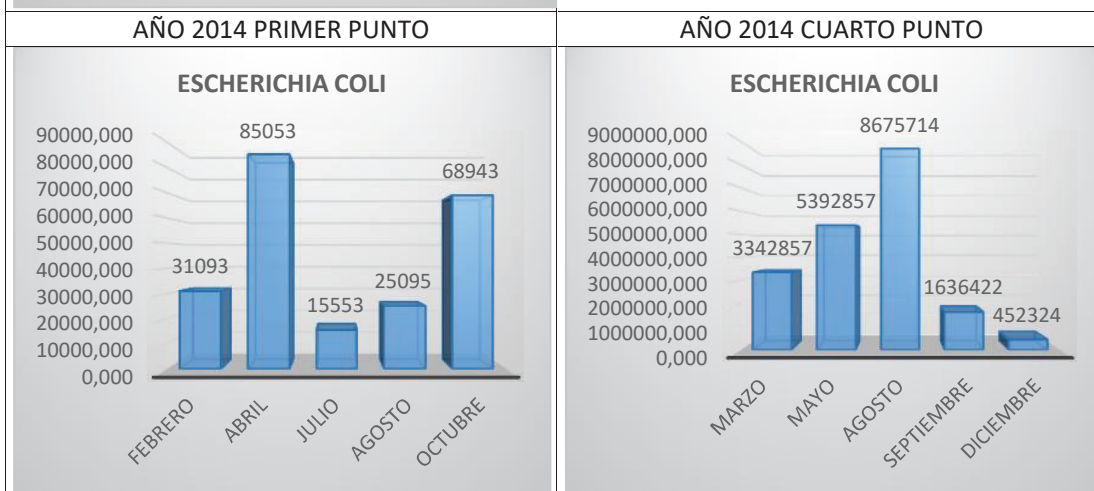
CONTINUACIÓN TABLA No. 4.45. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA AÑOS 2012, 2013 Y 2014 QUEBRADA ORTEGA



CONTINUACIÓN TABLA No. 4.45. RESULTADOS AÑOS 2012, 2013 Y 2014 QUEBRADA ORTEGA

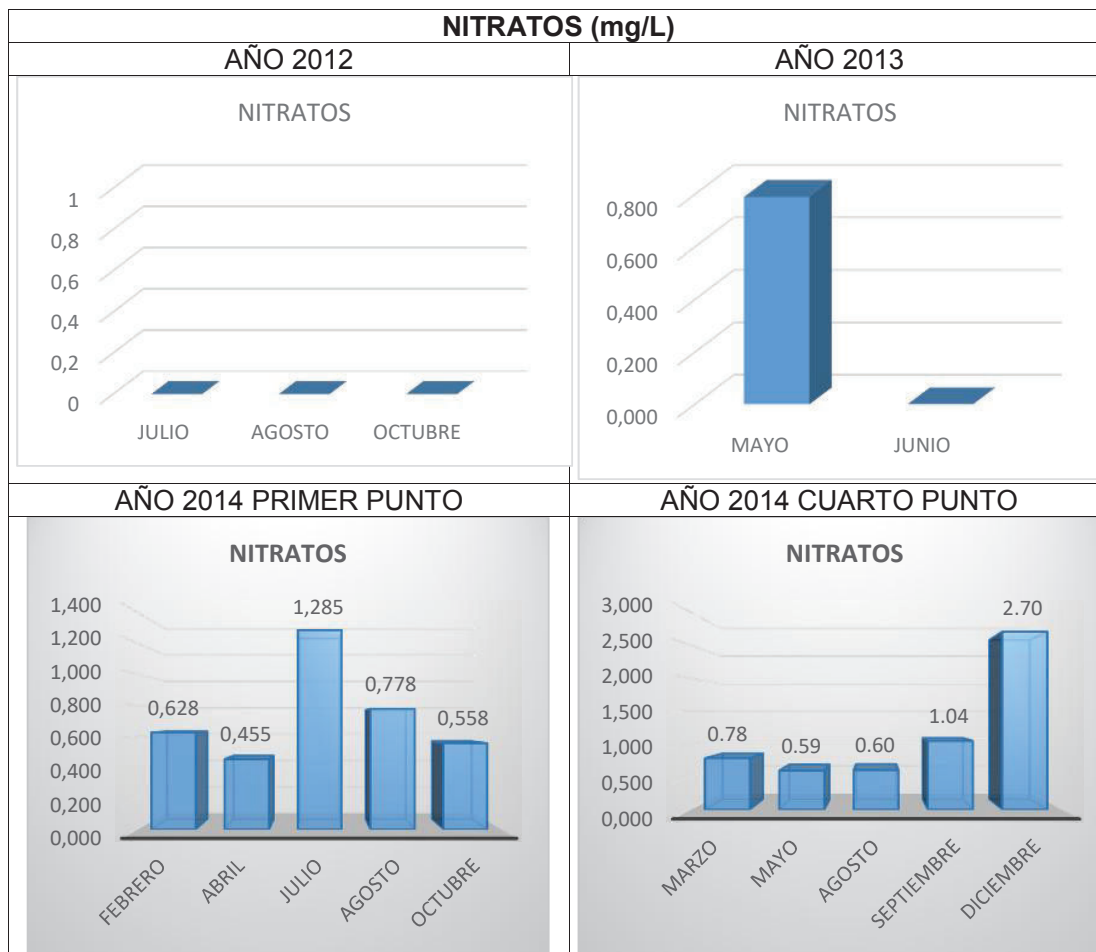


ESCHERICHIA COLI (NMP/100 ml)



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

**CONTINUACIÓN TABLA No. 4.45. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA
AÑOS 2012, 2013 Y 2014 QUEBRADA ORTEGA**



FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

4.5. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Se aplicaron 200 encuestas a la población aledaña a las márgenes de la Quebrada Ortega, para determinar la percepción que tienen sobre las obras de saneamiento implantadas en su sector por parte de la EPMAPS, la encuesta tipo se la puede ver en el ANEXO No. 3.

La encuesta se dividió en 7 secciones; así:

a. Datos Generales

Esta parte de la encuesta tenía como objeto el de conocer, a que barrio pertenecía la población encuestada a lo largo de la Quebrada Ortega, teniéndose que la población identifica a los siguientes barrios:

b. Datos del Informante.

El 67% de los encuestados fueron los jefes de hogar, el 53.89% del total fueron de sexo femenino con edades que oscilaban entre los 34 y 45 años con un 27%.

c. Datos de Percepción.

Esta sección de la encuesta, nos determina la percepción de la población frente a las obras de saneamiento que la EPMAPS ha implantado en el sector, por lo que una primera pregunta fue saber si la gente conocía de estas obras (colectores, interceptores, recuperación de quebradas, parques lineales, PTARs, entre otras), los resultados arrojados, expresa que el 64% de los encuestados no conocen nada al respecto. Dándonos una pauta sobre la eficiencia con la que se ha manejado la EPMAPS en cuanto a la socialización de los proyectos entregados a la comunidad.

Los encuestados que conocían de estas obras, respondieron una serie de preguntas que tenían que ver con la funcionalidad de las mismas, es así que un 46.38% de los encuestados consideran que estas obras contribuyen a una superior calidad de vida, es importante destacar que un porcentaje importante del 44.93% de la población, indica que estas obras son importantes, por lo que se puede definir la apertura que tendría o que ha tenido la comunidad de la zona de estudio frente a este tipo de Obras Civiles.

La población encuestada, considera en un 75% que ha cambiado en forma positiva el estado del entorno en su sector, pero al consultarles sobre ciertos aspectos de índole ambiental, consideran que no ha cambiado en nada, especialmente en lo que respecta a la proliferación de malos olores, ratas, moscas, agua sucia, aumento de la vegetación; esto se debe a que la comunidad no prioriza el aspecto del entorno ambiental, solo consideran trascendentes, los cambios que respectan a obras civiles de carácter funcional en vías, como al adoquinado,

construcción de bordillos y obras muy ajenas al objeto de nuestra encuesta, considerando así que existe aún los problemas antes citados.

El 54.02% de los encuestados conocen a la Quebrada Ortega y sus afluentes (Qda. San José y Qda. Monjas), de los cuales el 85.51% viven a las márgenes de alguna de ellas, consideran que en los últimos 5 años ha existido una disminución del olor, pero que aún persiste la presencia de material flotante (basura) en el curso hídrico.

d. Datos sobre origen y consumo de agua

El objetivo de esta sección de la encuesta, identifica la forma como la gente se abastece de agua potable. El 99.48% de los encuestados tienen el servicio que la EPMAPS brinda al DMQ y que cuentan con medidor para el pago respectivo del servicio.

e. Datos sobre el servicio de alcantarillado

En cuanto al servicio de alcantarillado, el 98.96% de los encuestados eliminan sus aguas residuales a través de la red pública, existiendo un 95% de satisfacción sobre el servicio que la EPMAPS brinda.

Se consultó a la población sobre ciertos problemas que pueden aquejar al barrio en el que viven, determinándose que existe mal olor por aguas residuales, presencia de moscas y acumulación de basura en acequias y quebradas.

No han tenido problemas de inundaciones por fuertes lluvias, el 51.85% de los encuestados considera que el problema más frecuente por estos acontecimientos, es el daño a las calles y avenidas del sector.

f. Pozo Séptico

Esta parte de la encuesta no obtuvo respuestas, ya que ninguno de los encuestados cuenta con un pozo séptico en sus viviendas.

g. Disposición al pago por servicio.

Esta sección de la encuesta, indagó sobre la disposición que tendrían los usuarios al pago por los servicios de mantenimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales; teniéndose que un 83% de la población pagaría un valor comprendido entre 1 a 3 USD.

4.6. PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO AMBIENTAL DE CURSOS HÍDRICOS URBANOS.

De acuerdo con lo realizado por esta investigación se ha determinado una metodología para el Monitoreo Ambiental de cursos hídricos urbanos, la misma que está diseñada para cumplir los objetivos planificados, que se enmarquen dentro de políticas ambientales locales, nacionales y regionales; así también considerando aspectos económicos y operativos

a. Definición del área de estudio.

Para la definición del Área de Estudio, se debe determinar al área de influencia directa e indirecta del curso hídrico, la mejor forma para cumplir con este fin es el de trazar la cuenca o micro cuenca del cuerpo de agua en estudio, tal que permita considerar todos los posibles aportantes y definir aquellos de importancia ambiental, en función de su caudal y posible contaminación antropogénica.

b. Estaciones de monitoreo.

La ubicación de las estaciones de monitoreo es probablemente el factor más crítico en el proceso de diseño de una red de muestreo.

La definición de los puntos de monitoreo depende de los objetivos que se requieran alcanzar. Para el establecimiento de la Línea Base se deben considerar los principales cuerpos de agua del área de influencia, lo que determinará la probabilidad del impacto causado por las actividades económicas y antropogénicas.

Según el tipo de fuente de agua, se debe considerar los siguientes criterios generales:

- Fuentes contaminantes.
- Fuentes de agua para consumo humano y riego.
- Para definir una estación de monitoreo, es necesario realizar una visita previa al sitio y así considerar aspectos de accesibilidad, seguridad física de los trabajadores, posibilidad de instalación de equipos de medición de caudales o muestreadores automáticos y que el mismo sea inalterable en el tiempo, es decir que nos permita realizar varios muestreos para mantener una línea base de análisis estadístico de cada uno de los parámetros que se consideren analizar.
- Los puntos de monitoreo deben estar aguas arriba del cruce de carreteras con el cuerpo de agua.
- Un punto de monitoreo en la naciente del recurso hídrico, el mismo que servirá como punto de referencia o de aguas prístinas.
- Aguas arriba y abajo de descargas de aguas residuales.

Definida la estación de monitoreo, se debe georreferenciar la misma, estableciendo sus coordenadas y elevación respectiva, de tal manera que se mantenga esta información en un sistema operativo geográfico y así realizar la modelación de las estaciones en la zona de estudio.

c. Estaciones Pluviométricas.

Para delimitar los periodos de tiempo en los cuales se realizará el monitoreo, un estudio hidrológico se vuelve necesario, especialmente en la definición de épocas seca y lluviosa respectivamente; es así que, para escoger la estación o las estaciones pluviométricas, se lo debe hacer en función de la cercanía a la zona de estudio y de la información histórica que se cuente en cada una de ellas, para que mediante los cálculos respectivos, permitan determinar los resultados de pluviosidad e intensidad de lluvia.

d. Definición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

La selección de los parámetros de monitoreo se lo hará en función de los objetivos específicos perseguidos por la entidad responsable del mismo, guiados por la normativa ambiental vigente.

Los parámetros de muestreo también pueden seleccionarse a partir de resultados de campañas pasadas.

e. Muestreo de Macroinvertebrados.

El Estudio Biológico de los puntos de monitoreo y sus aportantes, contempla la evaluación de la diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos, con el fin de conocer el estado actual de estos organismos. Se realizará el análisis comparativo de los resultados en el monitoreo junto con la información de caudales y resultados de los análisis físico, químico y microbiológicos que contribuyen a establecer la línea base de calidad de agua.

Los macroinvertebrados bentónicos de los cuerpos hídricos serán muestreados utilizando la técnica de colección con red tipo D-net. La remoción de sedimentos (piedras, sustrato y hojarasca) durará 5 minutos por cada punto de muestreo. Las muestras serán etiquetadas y conservadas en frascos plásticos de 250 mL con alcohol al 90% para su posterior clasificación y análisis de laboratorio.

Una vez en el laboratorio, los macroinvertebrados serán preservados en alcohol al 70% para posteriormente proceder a la separación e identificación de los organismos bentónicos utilizando un estereoscopio.

La información científica generada al efectuar una evaluación de la calidad biológica del agua, puede ser traducida a través de índices bióticos que proporcionan categorías de calidad ambiental. Algunos de estos índices implican medidas de la riqueza de las comunidades, presencia de taxones sensibles a la contaminación, índice de similitud entre comunidades, índice de diversidad, evaluación de grupos funcionales, entre otros.

En el proceso de muestreo de macroinvertebrados, si se presentan microhábitats marginales que no lleguen a representar el área de muestreo requerida mínima por microhábitat (1m^2) se pueden tomar

varias pasadas de menor tamaño en diferentes partes del tramo, de forma tal que se complete el área.

La presencia de los macroinvertebrados en el canal de la quebrada no está ligada solamente al tipo de sustrato, sino también a la velocidad del agua. Por lo tanto, cuando se definan los microhábitats que se van a muestrear, es muy importante considerar su distribución no sólo con respecto al tipo de sustrato sino también la combinación de los mismos con las velocidades de corriente reconocidas visualmente en el tramo (rápidos y lentos).

El muestreo en sustratos vegetales como algas filamentosas (*Cladophora*) y musgos debe realizarse cubriendo el área requerida, pero no es necesario trasladar todo musgo y/o algas a la red. Basta con sacudir suavemente las algas o musgos dejando que la corriente lleve a los macroinvertebrados al fondo de la red.

El muestreo de hábitats de sustratos minerales finos como arena, arcilla o limo, debe realizarse removiendo suavemente el área escogida de forma tal que los macroinvertebrados y detritos orgánicos (de menor densidad que la arena o arcilla) se eleven a la superficie y luego sean capturados con la red. No es necesario trasladar todo el sustrato fino a la red.

f. Frecuencia de muestreo.

Para estaciones en puntos donde el comportamiento natural de la corriente no ha sido perturbado, se recomienda un mínimo de 4 muestreos por año (2 en temporada seca, y 2 en temporada de lluvias).

Para estaciones ubicadas en grandes ríos, lagos, o acuíferos mayores, se recomienda un mínimo de 12 muestreos por año.

Es importante una evaluación periódica de los resultados obtenidos, con lo que se podrá determinar si se aumenta o excluyen parámetros variando también la frecuencia de monitoreo.

La frecuencia de monitoreo de calidad de agua superficial dependerá de:

- Objetivos de la entidad que realice el control y monitoreo.
- Presupuesto.

- Época seca, época de lluvias, entre otras.
- Eventos extraordinarios
- Variación de los volúmenes de aguas residuales
- Crecimiento poblacional.
- Cambios en la normativa ambiental vigente.

g. Análisis de Resultados

De los resultados obtenidos y con el análisis de los parámetros históricos, se determinará las acciones a tomar, con el fin de garantizar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente en las diversas variables estipuladas en este estudio, de tal manera que se pueda mantener constante la calidad del curso hídrico y detectar a tiempo posibles contaminantes de tipo natural o antropogénico, que nos ayude a controlar actividades productivas en la zona de estudio y su correspondiente impacto ambiental.

TABLA No. 4.46: CUADRO COMPARATIVO CON OTRAS METODOLOGÍAS.

DESARROLLO METODOLÓGICO DE CONTROL Y MONITOREO			
ACTIVIDADES	DISEÑO DE LA RED METROPOLITANA AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO 2012; EPMAPS - EPN, QUITO	APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL CAUDAL AMBIENTAL EN 2 PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS DE ALTA MONTAÑA EN ECUADOR; QUITO 2014	METODOLOGÍA PROYECTO TITULACIÓN ENRÍQUEZ, TORRES; QUITO 2016
1. Objetivos	Generar una propuesta de Red Metropolitana de Monitoreo Ambiental del Recurso Hídrico del DMQ, que permita generar información oportuna, confiable y suficiente, para alcanzar las metas del Municipio en cuanto a protección, conservación, recuperación y depuración de los cursos y fuentes de agua del DMQ.	Determinar los parámetros principales para la evaluación de caudal ambiental en los ríos de alta montaña, que corresponden al Complejo Hidroeléctrico Machángara, caso presas Lcdo. Daniel Total Vélez (El Labrado) y Chanlud, microcuenca del Machángara, Provincia de Azuay y Cañar	Determinar la calidad ambiental de la Quebrada Ortega a través de la evaluación de indicadores de los componentes físico, químico, biótico y socio económico. Elaborar un procedimiento de monitoreo y control para cursos de agua urbanos, que permita determinar la eficiencia de las obras de saneamiento construidas.
2. Criterios para definir el área de estudio	Área de drenaje Cuenca Río Guayllabamba (Urbana y Rural)	Área de drenaje Cuenca Río Machángara - Azuay (Rural)	Área de Drenaje Sector Quebrada Ortega (Urbana)
3. Criterios de Elección Estaciones de Monitoreo	Condiciones físico – geográficas, climáticas, hidrológicas, ambientales y biológicas.	Puntos de monitoreo que muestran una diversidad de condiciones, sitios bien conservados, hasta lugares con intervenciones antropogénicas	Accesibilidad, representatividad, actividades antropogénicas, posibilidad de generar una línea base.
4. Criterios de elección de Estaciones Pluviométricas	Estaciones operadas por el INAMHI y estaciones operadas por otras instituciones con los estándares de calidad en la toma de la información	Estaciones meteorológicas (INAMHI) y la Dirección de Aviación Civil (DAC)	Red de estaciones del INAMHI y de estaciones propias de la EPMAPS
5. Definición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos	Criterios de la Comunidad Andina, índice de calidad NSF, TULSMA	Normativa ambiental vigente, TULSMA.	Legislación ambiental vigente, objetivos de la EPMAPS, su presupuesto, capacidad técnica y nivel de seguimiento al curso hídrico.
6. Criterios para el muestreo de macroinvertebrados	Para el muestreo; Comprende: red Surber de 300-350um y/o red "D" y análisis con el Índice BMWP y ABI	Para capturar a los macroinvertebrados, se usó una red. Las muestras colectadas se preservan en alcohol al 70% y análisis con los índices Shannon Weiner, BMWP y EPT	Utilizando la técnica de colección con red tipo D-net y análisis con el Índice BMWP/Col
7. Criterios para definir la frecuencia de muestreo	Físico Químico: Mensual; Metales Pesados: Semestral; Pesticidas: Semestral	Se midieron muestrearon facotres físico, químicos y se colectaron macroinvertebrados cada mes entre enero y diciembre.	Muestreo de mínimo 6 veces al año (3 época seca y 3 época lluviosa)
8. Criterios para el análisis de resultados	Obedecen a los objetivos planteados en cada uno de sus estudios		
9. Guía de de Control y Monitoreo	No Dispone	No Dispone	Se propone una guía de control y monitoreo que estandariza la metodología a utilizar, los sitios de muestreo, los meses de muestreo en función de las variables físico, químicas y familias de macroinvertebrados encontradas en este estudio.
10. Información subida a SIG	Solo referencia estaciones de tipología AUC (Investigación)	No Dispone	Estaciones de Monitoreo Georeferenciadas con información que permite realizar modelación ambiental
11. Información levantada al sistema SAMI	No Dispone	No Dispone	Resultados del monitoreo físico, químico y biológico, enlazados al SAMI de la EPMAPS.

FUENTE: (Enríquez Pinos & Torres Flores, 2017)

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- a. La microcuenca Ortega, morfológicamente es de forma oval a oblonga, muy poco achatada, por lo que tiene una baja tendencia a las crecidas, el terreno por el cual atraviesa es de tipo accidentado medio con un buen drenaje.
- b. La quebrada Ortega presenta una intensidad de lluvia muy fuerte, pero de duraciones cortas es decir que durante un día, solo se presenta la lluvia en horas determinadas.
- c. De acuerdo con los registros meteorológicos tanto del estudio en el año 2016, como del INAMHI en el periodo del 2000 al 2011, se determina que durante la época lluviosa se registra 119.3 mm de precipitación media y durante la época seca 61.56 mm, los meses más secos son julio y agosto y los más lluviosos son marzo y abril.
- d. Los trabajos realizados por parte de la EPMAPS en los años 2012, 2013 y 2014, son registros cortos y limitados en cobertura espacial, los cuales imposibilitan tener una lectura y análisis adecuado de los parámetros definidos para el control del curso hídrico.
- e. Los cuatro puntos muestreados presentan una buena saturación de oxígeno, en las dos épocas (lluviosa y seca), lo que contribuye a una eficiente recuperación de los cursos hídricos, en el aspecto de su calidad ecológica, adicionalmente la temperatura es un factor determinante que ayuda a mantener la saturación de oxígeno en toda la quebrada.
- f. En todos los puntos muestreados, se obtuvieron resultados que indican presencia de contaminación, los mismos que se ven reflejados en el incumplimiento de la normativa ambiental vigente, que establece un límite < 20 mg /L de DQO; esto se puede atribuir a actividades de tipo

antropogénico, lo que indica que es de vital importancia la implementación de un programa de vigilancia y monitoreo de esta microcuenca.

- g.** Existen cambios en las comunidades acuáticas, evidenciadas por la disminución de la diversidad y cambios en la abundancia de las especies. Esto debido al grado de contaminación por una alteración en la cantidad de compuestos orgánicos contaminantes o condiciones físicas. El punto crítico sería la quebrada Ortega el cual limita la vida de los organismos acuáticos.
- h.** Según el Índice BMWP, tomando en cuenta la sensibilidad de los grupos encontrados las clases que se presentan mayoritariamente en los cuatro puntos muestreados de la microcuenca de la quebrada Ortega son: clase III y IV que indican calidad de agua dudosa y crítica, aguas moderadamente contaminadas y aguas muy contaminadas respectivamente. En contraste el Estudio de Impacto Ambiental, Construcción y Operación-Mantenimiento de la Planta de recuperación de agua en el sector Quitumbe EPMAPS, 2013 determina que las quebradas en estudio se encuentran dentro de dos categorías: muy crítica y crítica. Esto demuestra y resalta que la quebrada en estudio si bien es cierto presenta una leve mejoría aún se debe controlar la contaminación de tipo antropogénico y aplicar medidas correctivas, en virtud que persiste la contaminación.
- i.** Analizando el parámetro aceites y grasas, se concluye que se presenta a lo largo de la Quebrada Ortega y sus aportantes, con valores que incumplen la normativa ambiental vigente < 0.3 mg /L, lo que impide la transferencia completa de oxígeno entre el cuerpo de agua y el ambiente; alterando los procesos de auto depuración del curso hídrico.
- j.** La percepción de la comunidad en lo concerniente a las obras de saneamiento ambiental implantadas en la zona de estudio por parte de la EPMAPS, sugiere que en la mayoría de los casos prima el desconocimiento de dichas actividades y que se mantienen los problemas de generación de malos olores y presencia de vectores en el sector.
- k.** La calidad ecológica de la microcuenca de la quebrada. Ortega, de acuerdo a los datos obtenidos del muestreo, conteo y valoración de macroinvertebrados acuáticos, mediante el Índice BMWP/Col, determina que en la mayoría de sus afluentes la calidad del agua tiene calificación dudosa, es decir que sus aguas son moderadamente contaminadas.
- l.** La abundancia de especies de macroinvertebrados depende de los aspectos físicos del entorno de las quebradas, especialmente en lo concerniente a la

composición del lecho del curso hídrico, ya que es el hábitat de estos organismos indicadores de la calidad ecológica del agua, esto quedó evidenciado en el muestreo del mes de julio de 2016 a la Estación Ortega, la misma que sufrió la alteración antropogénica de sus márgenes y por ende el cambio de los sustratos en el lecho del cuerpo de agua, impidiendo realizar el muestreo, ya que las comunidades de macroinvertebrados, fueron afectadas en su totalidad.

- m.** El procedimiento metodológico propuesto en esta investigación para el monitoreo y control de cursos hídricos urbanos, se basó en el análisis y estudio de fuentes bibliográficas aplicables, ajustándose de esta forma a las características de los cursos hídricos del DMQ. Cabe indicar que este procedimiento debe coincidir con la realidad operativa y económica de las entidades públicas o privadas que realicen este control, especialmente en las frecuencias de muestreo, mas no en los procedimientos de recolección, conteo, identificación y valoración de los parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos.
- n.** Producto de las obras de saneamiento ambiental construidas por parte de la EPMAPS, especialmente la intercepción de las aguas residuales de tipo doméstico, que se descargaban a la Quebrada Ortega, se pudo verificar en función de los análisis físicos, químicos, biológicos y microbiológicos que su calidad del agua ha mejorado, ya que con los datos históricos de los años 2012, 2013 y 2014 que se contaban del monitoreo a este curso hídrico, se puede concluir con los análisis de 2016, que existe una disminución considerable de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el cuerpo de agua.
- o.** Se constató visualmente conexiones clandestinas de aguas residuales hacia las márgenes de la Quebrada Ortega, especialmente en la zona de los barrios poblados circundantes, lo que se refleja en los resultados de decrecimientos en ciertos meses de las poblaciones de macroinvertebrados, que lo evidencia también los resultados de análisis físico químico y microbiológico.
- p.** La información climática, hidrológica y de calidad del agua, ha constituido un insumo importante para el diseño de proyectos de aprovechamiento y control del agua, así también para el Programa de Descontaminación de los Ríos de Quito; sin embargo, la información disponible por no ser continua en el tiempo y tampoco espacialmente representativa, ha sido insuficiente para el desarrollo estratégico de planes y lineamientos que permitan establecer metas concretas sobre saneamiento, recuperación y preservación del recurso agua.

- q. La metodología propuesta servirá para generar un control ambiental urbano periódico de los cursos de agua que han sido intervenidos con obras de saneamiento ambiental, en contraste con los estudios revisados en las referencias bibliográficas, estos analizan cuerpos de agua no urbanos, con áreas de drenaje que superan las 100 Ha, y que determinan la calidad del recurso para proyectos ajenos a la recuperación de cuerpos de agua que han sido sometidos gradualmente a descargas domésticas e industriales sin tratamiento.
- r. La metodología desarrollada en este estudio, responde a los objetivos del Plan de Descontaminación de los Ríos de Quito y al Plan de Saneamiento Ambiental de la EPMAPS, que pretende verificar si las obras construidas han cumplido con la finalidad de recuperar los cursos hídricos urbanos del DMQ.

5.2. RECOMENDACIONES

- a. Una vez terminado el muestreo en una estación determinada, es muy importante limpiar bien la red en el río de modo que no queden macroinvertebrados adheridos que puedan ser considerados por error como parte de la muestra de la siguiente estación de muestreo.
- b. De acuerdo a los datos hidrometeorológicos obtenidos en la microcuenca Ortega, se puede verificar que los periodos de lluvia y secos son muy variables, por lo que para planificar un muestreo, es importante hacerlo considerando un margen de tiempo de 5 días sin precipitaciones, para garantizar los datos obtenidos luego del muestreo tanto de macroinvertebrados como de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, buscando que estos sean homogéneos y no causen interferencia en el análisis de resultados.
- c. Se recomienda el monitoreo de macroinvertebrados bentónicos en cursos de aguas intervenidos con obras de saneamiento, para su seguimiento, cuidado y control, a través de la aplicación del índice BMWP, ya que este es un indicador rápido, de bajo costo, que no requiere de tecnologías avanzadas sino del conocimiento de la persona encargada del estudio, dándonos análisis de resultados confiables.
- d. Es recomendable mantener actualizado el catastro de industrias que se encuentren en el Área de Estudio, para realizar un adecuado control y monitoreo de estas descargas hacia un curso hídrico, ya que durante esta

investigación se pudo detectar la presencia de contaminantes que determinaron la presencia de industrias clandestinas.

- e. La gestión municipal en su conjunto deberá soportarse en la toma de decisiones ambientalmente responsables; y, el desarrollo de proyectos de aprovechamiento o control del recurso agua, entre otros fines.
- f. La Red Metropolitana de Monitoreo del Recurso Hídrico del DMQ deberá proveer información indispensable para: la implementación gradual del Plan Metropolitano de Desarrollo y de la Agenda Ambiental del DMQ.
- g. El objetivo principal del Estudio es generar una propuesta de Red Metropolitana de Monitoreo Ambiental del Recurso Hídrico del DMQ, por lo que la EPMAPS debe generar información oportuna, confiable y suficiente, para alcanzar las metas del Municipio en cuanto a protección, conservación, recuperación y depuración de los cursos y fuentes de agua del DMQ.
- h. Se recomienda que los datos, variables, parámetros e información de importancia, obtenidas en este estudio sean subidos al Sistema de Información Geográfica de la EPMAPS, para que permita la localización y definición de características particulares de cada estación y así poder enlazar esta capa de SIG con el sistema SAMI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, L. C. (1987). *El hombre fósil de Ibeas y el Plesitoceno de la sierra de Atapuerca*. Valladolid
- Albuja, L. (1980). *A new species of northern shrew-opossum (Paucituberculata: Caenolestidae) from the Cordillera del Cóndor*. Quito - Ecuador.
- American Public Health Association, ALPHA, AWWA, WPFC. (1992). *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Madrid.
- Enríquez, Carlos y Torres Paulina. (2016). *Estudio de Macroinvertebrados*. Quito, Ecuador.
- Barahona, Cristina. (2014). *Línea Base para la Calidad del Agua Cuenca aportante PTAR Quitumbe*. Quito.
- Barros, Gustavo (1990). *Curso de Hidrología*. Sincelejo
- Bonada, N. (2006). *Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches*. New York
- Cohn, U. (1853). *Lebendige Organismen im Trinkwasser*. Mainz
- Enríquez Pinos, C. G., & Torres Flores, L. P. (marzo de 2017). *Trabajo de Titulación*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- EPMAPS. (2013). *Procedimiento General de Muestreo*. Quito.
- EPMAPS. (2016). *BOLETÍN DE LLUVIAS DMQ*. Quito.
- EPMAPS Dpto. Hidrología. (2016). *Aforos a los ríos de Quito*. Quito.
- EPMAPS, Dpto. de Alcantarillado. (2014). *Línea Base PTAR Quitumbe*. Quito.
- Eusko Jaurlaritz. (2016). *Aprendizaje Permanente*. Obtenido de <http://www.hiru.eus/matematicas/elaboracion-de-encuestas>
- Fuentes, Felipe (2004). *Análisis morfométrico de cuencas*. Michoacán
- Gentry, Alwin (1986). *A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of North West South America: (Colombia, Ecuador, Peru)*. Chicago
- Gentry, D. &. (1999). *The biosphere catalog*. Columbia
- Goetsch, David. (1997). *Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers*. Wisconsin
- González, Hari. (2013). *Muestreo de Macroinvertebrados*. Cuenca: ETAPA.

- Hassal, A. (1850). *A microscopic examination of the water supplied to the inhabitants of London an suburban districts*. Londres.
- Henaos. J (1988). *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas*. Bogotá
- Heras. Rafael (1986). *Recursos hidráulicos: síntesis, metodología y normas*. Madrid
- Hidalgo. F (1998). *Relación lluvia-escorrentamiento en una cuenca hidrográfica de la provincia de Ñuble; comparación entre diferentes métodos*. Concepción
- Hidrología, I. C. (1995). *Tutoriales al Día*. México
- Instituto de Metereología, E. (2015). *Intensidad de lluvia según el criterio de acumulación en una hora*. Madrid.
- Instituto Geográfico Militar. (2013). *Información Cartográfica*. Quito
- Kolenati, U. (1848). *Nutzen und Schaden der Trichopteren*. Praga.
- Langbein. W. B (1947). *Topographic characteristics of drainage basins*. New York
- LOTTI. (2002). *Estudios Plan Maestro de Alcantarillado de Quito*. Quito.
- López. Cadenas, (1998). *Restauración hidrológica forestal de cuencas y control de la erosión*. Madrid
- Marín, Rodrigo. (2011). *Colombia Potencia Hídrica*. Bogotá
- Meteorología, I. N. (2015). *Intensidad de lluvia*. Madrid.
- Neill. (1999). *Bayesian inference for partially observed stochastic epidemics*. Liverpool
- Oglesby. Ray (1972). *Natural Resources*. New York
- Pérez, G. R. (2003). *Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Prat.Narcis (2009). *Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Díptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú. Clave para la determinación de los géneros*. Barcelona
- Pratt. Narcis (1993). *Bioindicadores de calidad de las aguas, departamento de ecología universidad de Barcelona*. Barcelona
- Resh, Hannaford. (1996). *Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality*. Washington DC
- Resh. Jackson. (1993). *Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates*. New York

- Richardson, R. Y. (1999). *Flow refugia for benthic macroinvertebrates during flooding of a large river*. Ohio
- Rojas. Rafael (2009). *HidroJacksonología aplicada al manejo de cuencas*. Mérida
- Roldán, Gabriel (2008). *Fundamentos de Limnología neotropical*. Medellín : Universidad de Antioquia.
- Sabater. Sergi (2009). *Conceptos y Técnicas en Ecología Fluvial*. Bilbao
- SHISHILAD. (1996). *Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y Área Metropolitana de Quito*. Quito.
- Tirira. Diego (2007). *Invertebrados*. Quito
- Valdivieso, Omar (2010). *Hidrología*. Quito
- Wetzel. Robert (1983). *Limnology*. Michigan
- Yáñez, J. &. (1999). *Chemical Modelling*. Cambridge
- Zúñiga. María (1997). *Análisis valoración del índice de calidad de agua (ICA), el caso de los ríos Cali y Meléndez*. Cali

ANEXOS

ANEXO No. 1
LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE

ACUERDO No. 097-A (REFÓRMESE EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE)

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

5.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, aguas marinas y de estuarios.

5.1.2.1 Se entiende por uso del agua para la preservación de la vida acuática y silvestre, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y agricultura.

5.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estudio, se presentan en la TABLA 2.

5.1.2.3 Los criterios de calidad del Amoniaco expresado como NH₃ para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces se establecen en la TABLA 2^a.

5.1.2.4 Además de los parámetros indicados dentro de esta norma, se tendrían en cuenta los siguientes criterios: La turbiedad de las aguas debe ser considerada de acuerdo a los siguientes límites:

- a) Condición natural (Valor de fondo) más de 5%, si la turbiedad varía entre 0 y 50 UTN (unidad de turbidez nefelométrica);
- b) Condición natural (Valor de fondo) más 10%, si la turbiedad natural varía entre 50 y 100 UTN, y,
- c) Condición natural (Valor de fondo) más 20%, si la turbiedad es mayor que 100 UTN;
- d) Ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios en color, olor y sabor del agua en el cuerpo receptor, de modo que no perjudiquen a la vida acuática y silvestre y que tampoco impidan el aprovechamiento óptimo del cuerpo receptor.

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS			
PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
			Agua Dulce
Aluminio (1)	Al	mg/l	0,1
Amonico Total (2)	NH3	mg/l	-
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	1,0
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuros	CN	mg/l	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03
Cloro Residual Total	Cl2	mg/l	0,01
Clorofenoles (3)		mg/l	0,05
Colbalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005
Cromo Total	Cr	mg/l	0,032
Estaño	Sn	mg/l	
Fenoles Monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001
Aceites y Grasas	Sustancias Solubles en hexano	mg/l	0,3
Hidrocarburos totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Magnesio	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante de Origen Antrópico	visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002
Niquel	Ni	mg/l	0,025
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	80
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05
Plagicidas Organoclorados Totales	Organoclorados Totales	ug/l	10,0
Plagicidas Organofosforados Totales	Organofosforados Totales	ug/l	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01
Plomo	Pb	mg/l	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5-9
Selenio	Se	mg/l	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul del metileno	mg/l	0,5
Nitritos	NO2	mg/l	0,2
Nitratos	NO3	mg/l	13
DQO	DQO	mg/l	40
DBO5	DBO5	mg/l	20
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	Max incremento de 10% de la condición natural
(1) Aluminio: Si el ph es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l			
(2) Aplicar la tabla 2da como criterio de calidad para agua dulce.			
(3) Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el clorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 ug/l			



El amoníaco presenta alta solubilidad en el agua y su difusión es afectada por una amplia variedad de parámetros ambientales como pH, Temperatura y fuerza iónica. En soluciones acuosas existe un equilibrio entre las especies de amoníaco ionizado (NH₄⁺) y no ionizado (NH₃). El amoníaco no ionizado se refiere a todas las formas de amoníaco en el agua excepto el ion amonio (NH₄⁺). El amoníaco ionizado se refiere al ion amonio. El término “amoníaco total” es usado para describir la suma de concentraciones del Amoníaco (NH₃) y el ion amonio (NH₄⁺) y puede expresarse como Nitrógeno Amoniacal Total, debido a que los dos compuestos tienen pesos moleculares ligeramente diferentes.

5.1.2.5 En el caso de cuerpos de agua en los cuales exista presunción de contaminación, el sujeto de control debe analizar además el parámetro Coliformes Fecales, para establecer el nivel de afectación y variación de concentración de los Coliformes Fecales en la zona de influencia.



Tabla 2a. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLE DEL AMONIACO TOTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA (mg/INH3)								
Temp (°C)	pH							
	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10
0	231	73	23.1	7.32	2.33	0.749	0.250	0.042
5	153	48.3	15.3	4.84	2.54	0.502	0.172	0.034
10	102	32.4	10.3	3.26	1.04	0.343	0.121	0.029
15	69.7	22	6.98	2.22	0.715	0.239	0.089	0.026
20	48	15.2	4.82	1.54	0.499	0.171	0.067	0.024
25	33.5	10.6	3.37	1.08	0.354	0.125	0.053	0.022
30	23.7	7.5	2.39	0.767	0.256	0.094	0.043	0.021

ANEXO No. 2
IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS


IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

No.	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	HABITAT	IMAGEN
1	Acarina	Hydrachnidae	indeterminado	Los hidracáridos son un grupo de ácaros que viven en el agua y son a veces de colores vivos, como rojo, son de sabor desagradable para los peces.	Vive dentro del agua y está en continuo movimiento	
2	Amphipoda	Hyalellidae	Dogielinoidea	El cuerpo es comprimido lateralmente. Los ojos están bien desarrollados o ausente, si están presentes, redondeada u oval	Agua dulce	


CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

3	Basommatophora	Planorbidae	Gyraulus	<p>Conchas de pequeñas a medianas; concha planiespiral.</p>	<p>Viven en aguas tranquilas y de curso lento, resisten cierto grado de contaminación.</p>	
4	Coleóptero	Elmidae	indeterminado	<p>De 1 a 45 mm, cilíndricos, generalmente oval alargado. De color gris o pardo rojizo a negro, antenas acodadas.</p>	<p>Se encuentran en hábitat lénticos, sobre la vegetación, pocos nadan libremente; son herbívoros, se alimentan de raíces, tallos y hojas de la vegetación acuática.</p>	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

5	Coleóptero	Elmidae	Cylloepus	<p>Antena con 11 segmentos en forma filiforme patas con uñas. Pleura en los primeros ocho segmentos abdominales. En el último segmento abdominal termina en dos puntas. Tibia anterior con tomentum. Color negro. Abdomen granulado. Forma elongada. Longitud de 1.5 a 2.2 mm</p>	<p>Se encuentran en los sistemas lóticos entre rocas y en aguas bien oxigenadas. Son organismos intolerantes a la contaminación orgánica</p>	
---	------------	---------	-----------	---	--	---



CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

6	Coleóptero	Hydroptilidae	indeterminado	<p>Estos microtricoteros son los más pequeños miembros del orden (1 a 5 mm). El color de los adultos es variable, pero la mayoría son jaspeados en combinaciones de café, gris, verde, amarillo o blanco. Los ocelos pueden estar presentes o ausentes. Las antenas son robustas, mucho más cortas que las alas anteriores y el primer segmento es más corto que la cabeza. El mesoescuto carece de verrugas de setas y el mesoescutelo posee verrugas transversales que forman un lomo angular posterior muy característico de ésta familia. El borde posterior de las alas posteriores posee un fleco de pelos muy largos.</p>	<p>Los microtricoteros son encontrados en todo el mundo y parecen ser muy diversos en el Neotrópico. Las larvas se alimentan raspando diatomeas de la superficie de las rocas o por perforación de algas filamentosas y alimentándose del contenido celular. Viven en aguas en reposo o con corriente. Muchas especies de Costa Rica viven sobre el nivel de la superficie del agua sobre los lados o en la parte superior de las piedras en la zona de salpicado de los ríos y cascadas de montaña. Los adultos de los hidroptilidos son muy activos y muchos pueden ser vistos durante el día caminando rápidamente sobre piedras y vegetación cercana al hábitat larval.</p>	
---	------------	---------------	---------------	--	---	--


CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

7	Coleóptero	Elmidae	Stenelmis	<p>Esternón posterior en el primer segmento del tórax, y la presencia de pequeños dientes en la parte frontal de la cabeza. Pequeños pelos surgen del segmento final del abdomen. El abdomen tiene pleura en los primeros siete segmentos, que aparecen como divisiones sutiles en la pared del cuerpo.</p>	<p>Se encuentran en corrientes poco profundas, en los escombros, desechos, y en ocasiones la vegetación en los rápidos de transmisión.</p>	
8	Coleóptero	Dytiscidae	Rhantus	<p>Tamaño de 1.5 a 4.0 mm. Cuerpo compacto, patas medias en forma de remo con largos pelos, sin pubescencia. Se caracterizan por ser excelentes nadadores. Son por lo general de color negro, rojo o amarillos con bandas o punteados.</p>	<p>Viven en aguas lénticas y lólicas de aguas someras en vegetación emergente, en charcas y zanjas. Son indicadores de aguas claras y algunos géneros de aguas moderadamente contaminadas. Las larvas-adultos carnívoros.</p>	

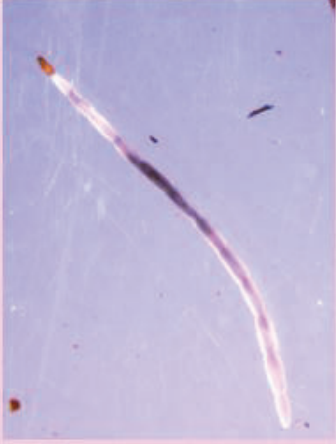
CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

9	Coleóptero	Dytiscidae	Thermonectus	<p>Tamaño de 1.5 a 4.0 mm. Cuerpo compacto, patas medias en forma de remo con largos pelos, sin pubescencia. Se caracterizan por ser excelentes nadadores. Son por lo general de color negro, rojo o amarillos con bandas o punteados.</p>	<p>Viven en aguas lénticas y lólicas de aguas someras en vegetación emergente, en charcas y zanjas. Son indicadores de aguas claras y algunos géneros de aguas moderadamente contaminadas. Las larvas-adultos carnívoros.</p>	
10	Coleóptero	Elmidae	Scirtidae	<p>Pueden variar entre 1 -10 mm de longitud, la forma del cuerpo es alargada más o menos cilíndrica, la cabeza esta fuera del protórax</p>	<p>Viven en corrientes de agua muy rápida.</p>	



CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

11	Coleóptero	Scirtidae	Elodes	<p>De 2 a 4mm. Generalmente los adultos son convexos y ovalados, élitros blandos, de color amarillo a negro, las antenas de las larvas son multisegmentadas</p>	<p>Las larvas se encuentran en ecosistemas lénticos. Los adultos se encuentran en la vegetación ribereña, son terrestres. Generalmente se alimenta de material vegetal en descomposición; son detritívoros y herbívoros</p>	
12	Coleóptero	Girinidae	Stenus	<p>Generalmente de cuerpo alargado, los élitros no cubren todo el abdomen. Las larvas presentan mandíbulas bien desarrolladas</p>	<p>En ecosistemas lóticos y lénticos como charcas, en márgenes de ríos, embalses o represas y lagunas. Son depredadores</p>	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

13	Diptera	Ceratopogonidae	Aulluudomya	12.0-14.0 mm; cabeza más larga que ancha, setas anales cortas	Aguas lénticas, charcas y lagos con material orgánico en descomposición. Indicadores: meso eutrófico.	
14	Diptera	Chironomidae	Chironominae	placa paralaibial presente papila pre anal larga, segmentos del cuerpo sin cerdas	Aguas lólicas y léntica, en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores: aguas meso eutróficas	



CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

15	Diptera	Cyclorhapha muscidae	Limnophora	14.0-15.0 mm; último segmento abdominal termina en dos prolongaciones provistas de espina.	Márgenes de corriente adheridos a superficies de rocas, con material orgánico en descomposición. Indicadores: aguas oligomesotróficas.	
16	Diptera	Dolichopodidae	Aphrosylus	6.0-7.0 mm; disco espiacular formado por nueve lóbulos; placa anal formada por tres lóbulos	Corrientes lentas en áreas marginales, adheridos a la vegetación. Indicadores: aguas oligomesotróficas.	


CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

17	Diptera	Dolichopodidae		<p>Dolichopodidae son pequeñas moscas con ojos grandes, prominentes y un molde metálico. La mayoría tiene piernas largas, aunque algunas no. En muchas especies, los machos tienen genitales inusualmente grandes que son taxonómicamente útiles en la identificación de especies. La mayoría de los adultos son depredadores en otros animales pequeños, aunque algunos pueden limpiar o actuar como cleptoparásitos de arañas u otros depredadores.</p>	<p>En una amplia gama de hábitats, cerca de agua o en prados, árboles y jardines. Algunos grupos están confinados a lugares húmedos, incluyendo arenas a orillas de cuerpos de agua. No se han descrito especies verdaderamente acuáticas, pero muchas son semiacuáticas y viven en o cerca de márgenes de agua, algunas especies caminan alrededor en la superficie del agua inmóvil.</p>	
18	Diptera	Empididae	Hemerodromia	<p>4.0, 5.0 mm; último segmento abdominal termina en tres prolongaciones, la central es bifida y con setas cortas.</p>	<p>Los adultos son depredadores, alimentándose de pequeños invertebrados incluyendo Collembola, áfidos y las larvas de Oligochaetae. Especies del género Dolichopus comúnmente presa en las larvas de los mosquitos.</p>	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

19	Diptera	Lepidoptera	indeterminado		<p>Las larvas ocupan una amplia gama de hábitats. Muchos son depredadores de invertebrados pequeños y generalmente viven en ambientes húmedos como tierra, arena húmeda o materia orgánica en descomposición.</p>
20	Diptera	Limoniidae	Tipulidae molophilus		<p>Aguas lóxicas, en márgenes de arroyos. Indicadores: aguas meso tróficas-eutróficas.</p> <p>10.0-15.0 mm; lóbulos dorso laterales y ventrales divididos por manchas oscuras.</p>



CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

21	Diptera	Psychodidae	Psychoda	5.0-8.0 mm; más menos cilíndrico, abdomen termina en tubo respiratorio cónico.	Aguas lentas, contaminadas y materia orgánica en descomposición. Indicadores: aguas eutróficas.	
22	Diptera	Simuliidae	indeterminado	Los simúlidos, conocidos vulgarmente como moscas negras, de pequeño tamaño (2 a 5 mm), de color generalmente oscuro y que se diferencian de los mosquitos por tener el cuerpo más rechoncho, boca picadora-chupadora, alas anchas y patas mucho más cortas. Algunas especies actúan como vectores de graves enfermedades como la oncocercosis.	Se pueden encontrar en arbustos y árboles si tuados cerca de cursos de agua corriente y al atardecer pueden formar enjambres de muchos individuos. Sus larvas son acuáticas y viven fijadas sobre piedras y vegetación (generalmente algas) en lugares donde el agua corre, esté limpia y bien oxigenada.	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

23	Diptera	Tabanidae	Tabanus Sp	35.0-40.0 mm; abdomen en corte transversal formado por cuatro pares de lóbulos; sifón corto y espina en último segmento abdominal.	Aguas corrientes y estancadas con materia orgánica en descomposición. Indicadores: aguas meso eutróficas.	
24	Diptera	Tipulidae	Tipula	Tienen una cápsula cefálica característica y los segmentos abdominales a menudo tienen prolongaciones carnosas, casi como tentáculos, que rodean los espiráculos u orificios respiratorios.	Lagunas hipersalinas, y terrestres, pozas salinas de zonas desérticas	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

25	Entomobryomorpha	Isotomidae	Collembola	<p>Sobre la cabeza se alzan dos antenas segmentadas y detrás de esta se ubica un aparato sensorial postantenal, el abdomen presenta 6 segmentos.</p>	<p>Su hábitat está en el Humus o en la materia en descomposición.</p>	
26	Ephemeroptera	Baetidae	Andesiops	<p>Antenas largas, tres veces el tamaño de la cabeza, uñas tarsales con dos hileras de denticulos y un par de setas débiles cerca al ápice</p>	<p>Se encuentran en ríos con velocidades medias, poca profundidad y sustratos grandes</p>	



CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

27	Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes	<p>4.5-5.0 mm; agallas abdominales 1 a 5 seg; agallas coxales presentes; uñas con denticillos, el primero más grande; color pardo oscuro.</p>	<p>Aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridos a vegetación sumergida. Indicadores: de aguas limpias, aunque pueden tolerar un poco de contaminación orgánica.</p>	
28	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	Hirudinea	<p>Cuerpo aplastado dorso ventralmente y con pliegues cutáneos. Cuentan con un número de segmentos constante igual a 33</p>	<p>aguas dulces, algunas especies son marinas y otras se han adaptado a la vida terrestre, en zonas muy húmedas</p>	



CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

29	Gordioidea	Gordiidae	Gordius	Extremadamente delgado, cerca de un milímetro de grosor con los extremos ligeramente ensanchados, y puede medir hasta 70 cm de longitud. Presentan un intestino muy involucionado, y carecen de boca funcional. Son de color pardo rojizo a negro.	se encuentra en ambiente dulceacuícola aguas corrientes y en fosas	
30	Oligochaetae	Haplotaixida	Acanthodrilidae.	Es una especie sin coloración, aunque la sangre le confiere un color rojizo en algunas partes. El extremo anterior suele ser blanquecino transparente y el clitelo anaranjado. Miden 10-18 mm de longitud en reposo por 1-1.5 mm de anchura, con 72-91 segmentos.	Suele ser muy común en prados, sobre todo los situados en cauces de crecida de ríos. Es una especie capaz de producir bioluminiscencia, de forma que durante la noche, cuando salen fuera de tierra, pueden verse estos llamativos gusanos brillando con un tono amarillo verdoso.	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

31	Hemiptera	Notonectidaeae	Notonecta	3.0-4.0mm; blancuzcos, forma de bote, fémur de la pata media con una protuberancia pre apical. Antena adulto con cuatro segmentos	Lagos, charcas y estanques. Pocos en orillas de corrientes, en aguas abiertas o con poca vegetación. Indicadores: aguas oligomesotróficas y eutróficas	
32	Plecóptero	Perlidae	Anacroneunia	9 y 15 mm de longitud, son de coloración que puede ir de café-amarillenta a negra, y presentan 2 ocelos, presentan un aparato bucal bien desarrollado, estómago corto y ojos grandes, además de ser buenos caminadores	Se encuentra bajo las piedras en los rápidos o cerca de bancos de arena en ríos grandes o pequeños	



CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

33	Trichoptera	Leptoceridae	Atanatólica	6.0-8.0 mm; esclerito en forma de barra primer segmento abdominal; agallas abdominales simples; casas cónicas de material mineral.	Aguas corrientes y sustratos pedregosos; bien oxigenados. Indicadores: aguas oligotróficas.	
34	Trichoptera	Odontoceridae	Marilia	10.0 mm aproximadamente; mandíbulas y palpos labiales prominentes; patas anales con espinas; casas cónicas de piedrecillas o material vegetal	Aguas de poca corriente, oxigenadas, fondo pedregoso; poco comunes. Indicadores: aguas oligotróficas	


CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

35	Trichoptera	Helichopsychidae	Helichopsyche	4.0 mm aproximadamente; protuberancia en primer segmento abdominal; uña anal con dientes en forma de peine; casa helicoidales de granos de piedra y arena	Aguas de poca corriente y litoral de remansos y largos; adheridos a sustratos pedregosos. Indicadores: aguas oligomesotróficas	
36	Trichoptera	Elmidae	Ptilodactylae	Cuerpo marrón o amarillento; Cabeza generalmente escondida de arriba; Antenas largas, que llevan un delgado proceso en los segmentos 4-10; Esqueta en forma de corazón, muesca anterior	Adultos en la vegetación en lugares húmedos y sombreados, a menudo cerca del agua. Larvas en troncos en descomposición y moho de hojas.	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

37	Trichoptera	Hydrobiosidae	Atopsyche	10.0-12.0 mm; primeras patas muy modificadas; no construyen casas.	Aguas corrientes frías y muy oxigenadas; sustrato pedregoso y poco material vegetal. Indicadores: aguas oligotróficas	
38	Tricladida	Planariidae	Turbellaria-dugesidae	Cuerpo alargado un una cabeza ligeramente triangular tienen un par de ojos constituidos por una copa multicelular pigmentada con muchas células de la retina para detectar la cantidad de luz en el entorno cercano.	Agua dulce	

CONTINUACIÓN IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

39	Unionoidea	Sphaeriidae	Castaliella	<p>Forma variable usualmente equivalentes y alargadas, tienen válvulas sólidas y nacáreas con un interior nacarado</p>	<p>Viven en aguas tranquilas, agua dulce con ríos, arroyos y algunos lagos</p>	
----	------------	-------------	-------------	--	--	---

ANEXO No. 3
ENCUESTA TIPO

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN PROYECTOS DE SANEAMIENTO

Introducción: “La presente encuesta tiene como finalidad evaluar la percepción ciudadana con respecto a las obras de saneamiento implementadas por la EPMAPS, como acción de mitigación en favor del medio ambiente circundante en el área de aporte de la Quebrada Ortega y sus afluentes”.

I. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

Barrio: _____

Calle y No. _____

II. DATOS DEL INFORMANTE

1. ¿El entrevistado es el jefe del hogar?

(1) SI

(2) NO

2. Sexo: (1) Masculino ___ (2) Femenino ___

3. Edad del entrevistado: _____ años

III. DATOS DE PERCEPCIÓN

4. ¿Conoce los Proyectos de Saneamiento Ambiental (colectores, interceptores, recuperación de quebradas, parques lineales, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, entre otras) construidos a través de la EPMAPS en su sector?
SI _____ NO* _____ ¿Cuál? _____

**Si la respuesta es NO, pase a la pregunta 7*

5. ¿Qué opina usted sobre las obras de saneamiento (colectores, interceptores, recuperación de quebradas, parques lineales, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, entre otras)?.

(1) Contribuye a una mejor calidad de vida (2) Son obras innecesarias (3) Son obras importantes
(4) No contribuyen en nada (5) Otros

6. ¿En los últimos 5 años, considera usted que ha cambiado el estado del entorno en su sector. En qué forma?

Positiva _____ Negativa* _____

**Si su respuesta es Negativa, pase a la pregunta 9, caso contrario continúe con la pregunta 7*

7. ¿En qué aspectos considera ha cambiado en los alrededores de su sector?:

- | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| (a) Generación de malos olores | <input type="checkbox"/> (1) Mucho | <input type="checkbox"/> (2) Poco | <input type="checkbox"/> (3) Nada | <input type="checkbox"/> (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (b) Presencia de ratas y moscas | <input type="checkbox"/> (1) Mucho | <input type="checkbox"/> (2) Poco | <input type="checkbox"/> (3) Nada | <input type="checkbox"/> (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (c) Presencia de agua sucia | <input type="checkbox"/> (1) Mucho | <input type="checkbox"/> (2) Poco | <input type="checkbox"/> (3) Nada | <input type="checkbox"/> (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (d) Aumento de la vegetación | <input type="checkbox"/> (1) Mucho | <input type="checkbox"/> (2) Poco | <input type="checkbox"/> (3) Nada | <input type="checkbox"/> (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (e) Presencia de animales silvestres | <input type="checkbox"/> (1) Mucho | <input type="checkbox"/> (2) Poco | <input type="checkbox"/> (3) Nada | <input type="checkbox"/> (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (f) Otros | <input type="checkbox"/> (1) Mucho | <input type="checkbox"/> (2) Poco | <input type="checkbox"/> (3) Nada | <input type="checkbox"/> (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
- Especifique Otros _____

8. ¿Conoce la Quebrada Ortega y sus afluentes (Q. San José y Q. Monjas)?

SI _____ NO _____

*Si la respuesta es NO, pase a la pregunta 11, caso contrario continúe con la pregunta 9.

9. ¿Existe alguna quebrada cercana a su domicilio?

SI _____ NO _____

*Si la respuesta es NO, pase a la pregunta 11

10. ¿El curso de agua cercano a su domicilio, en los últimos 5 años en qué ha cambiado?:

- | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Disminución del Olor | <input type="checkbox"/> | (2) Disminución del color | <input type="checkbox"/> | (3) Presencia de material flotante | <input type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> | | | (Basura flotante) | <input type="checkbox"/> |

IV. DATOS SOBRE ORIGEN Y CONSUMO DE AGUA

11. ¿Cómo se abastecen de agua?

- | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|-------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| (1) Red Pública | <input type="checkbox"/> | (2) Acarreo | <input type="checkbox"/> | (3) Tanquero | <input type="checkbox"/> |
| (4) Pozo Propio | <input type="checkbox"/> | ✓(5) Otro | <input type="checkbox"/> | ✓(6) Especifique | <input type="checkbox"/> |

*Si su respuesta fue el numeral 1 conteste la siguiente pregunta, caso contrario pase a la pregunta 12.

¿Cuenta con medidor de agua potable?

- | | | | |
|--------|--------------------------|--------|--------------------------|
| (1) SI | <input type="checkbox"/> | (2) NO | <input type="checkbox"/> |
|--------|--------------------------|--------|--------------------------|

V. DATOS SOBRE EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO

12. ¿Cómo elimina las aguas residuales?

- | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| (1) Alcantarillado | <input type="checkbox"/> | (2) Pozo Séptico | <input type="checkbox"/> | (3) Letrina | <input type="checkbox"/> |
| (4) Cielo abierto | <input type="checkbox"/> | ✓(5) A la calle | <input type="checkbox"/> | ✓(6) Otros | <input type="checkbox"/> |

Si la respuesta es (2), formule la pregunta 20 y 21, caso contrario obvies esas preguntas y continúe con la encuesta.

13. ¿Está usted satisfecho con el sistema de eliminación de aguas residuales que posee actualmente?

- | | | | |
|--------|--------------------------|--------|--------------------------|
| (1) SI | <input type="checkbox"/> | (2) NO | <input type="checkbox"/> |
|--------|--------------------------|--------|--------------------------|

14. ¿Según su criterio, cómo funciona el sistema de alcantarillado en su barrio?

(1) Bien (2) Regular (3) Mal

15. ¿De los siguientes problemas, como cree Ud. Que afectan a los habitantes de este barrio?

- | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|-----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| (a) Mal olor por aguas residuales | <input type="checkbox"/> | (1) Mucho | <input type="checkbox"/> | (2) Poco | <input type="checkbox"/> | (3) Nada | <input type="checkbox"/> | (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (b) Inundaciones en las viviendas y cales | <input type="checkbox"/> | (1) Mucho | <input type="checkbox"/> | (2) Poco | <input type="checkbox"/> | (3) Nada | <input type="checkbox"/> | (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (c) Rebalse de aguas residuales en las calles | <input type="checkbox"/> | (1) Mucho | <input type="checkbox"/> | (2) Poco | <input type="checkbox"/> | (3) Nada | <input type="checkbox"/> | (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (d) Moscas y mosquitos | <input type="checkbox"/> | (1) Mucho | <input type="checkbox"/> | (2) Poco | <input type="checkbox"/> | (3) Nada | <input type="checkbox"/> | (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (e) Acumulación de basura en acequias y quebrada | <input type="checkbox"/> | (1) Mucho | <input type="checkbox"/> | (2) Poco | <input type="checkbox"/> | (3) Nada | <input type="checkbox"/> | (4) No sé | <input type="checkbox"/> |
| (f) Derrumbe de terrenos | <input type="checkbox"/> | (1) Mucho | <input type="checkbox"/> | (2) Poco | <input type="checkbox"/> | (3) Nada | <input type="checkbox"/> | (4) No sé | <input type="checkbox"/> |

16. De todos estos problemas, ¿cuál considera usted que más afecta a este barrio?

Colocar la letra correspondiente de la pregunta anterior: _____

17. ¿Se han presentado problemas por las lluvias en el Sistema de Alcantarillado de su sector?

(1) SI (2) NO

18. ¿Han existido inundaciones en los últimos dos años en su barrio?

(1) SI (2) NO

Si la respuesta es (1), formule la pregunta 19, caso contrario continúe con la encuesta.

19. ¿Cuando ocurren inundaciones qué problemas causan a la familia y a la vivienda?.

- | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| (1) Daños a la Vivienda | <input type="checkbox"/> | (2) Daños a muebles | <input type="checkbox"/> | (3) Dificultades de Trabajo | <input type="checkbox"/> |
| (4) Daños en la Calle | <input type="checkbox"/> | (5) Atrae ratas, Insectos | <input type="checkbox"/> | (6) Causa Enfermedades | <input type="checkbox"/> |

VI. POZO SEPTICO

20. ¿Si tiene pozo séptico cuántas veces al año le da mantenimiento?

_____ veces

21. ¿Cuál fue el costo de la limpieza? \$ _____ dólares

VII. DISPOSICIÓN AL PAGO POR SERVICIO

22. ¿Cuánto paga mensualmente por el servicio de agua potable y alcantarillado?

\$ _____ dólares

23. ¿Está dispuesto a pagar en la carta de agua potable el costo por mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales?

(1) SI (2) NO

Valor entre:\$ 1-3 3-6 6-10 dólares

24. ¿En el último año ha gastado Ud. dinero por la presencia de aguas residuales en su domicilio que no pudo eliminar por los medios antes descritos?

(1) SI (2) NO Cuánto? \$ _____ dólares

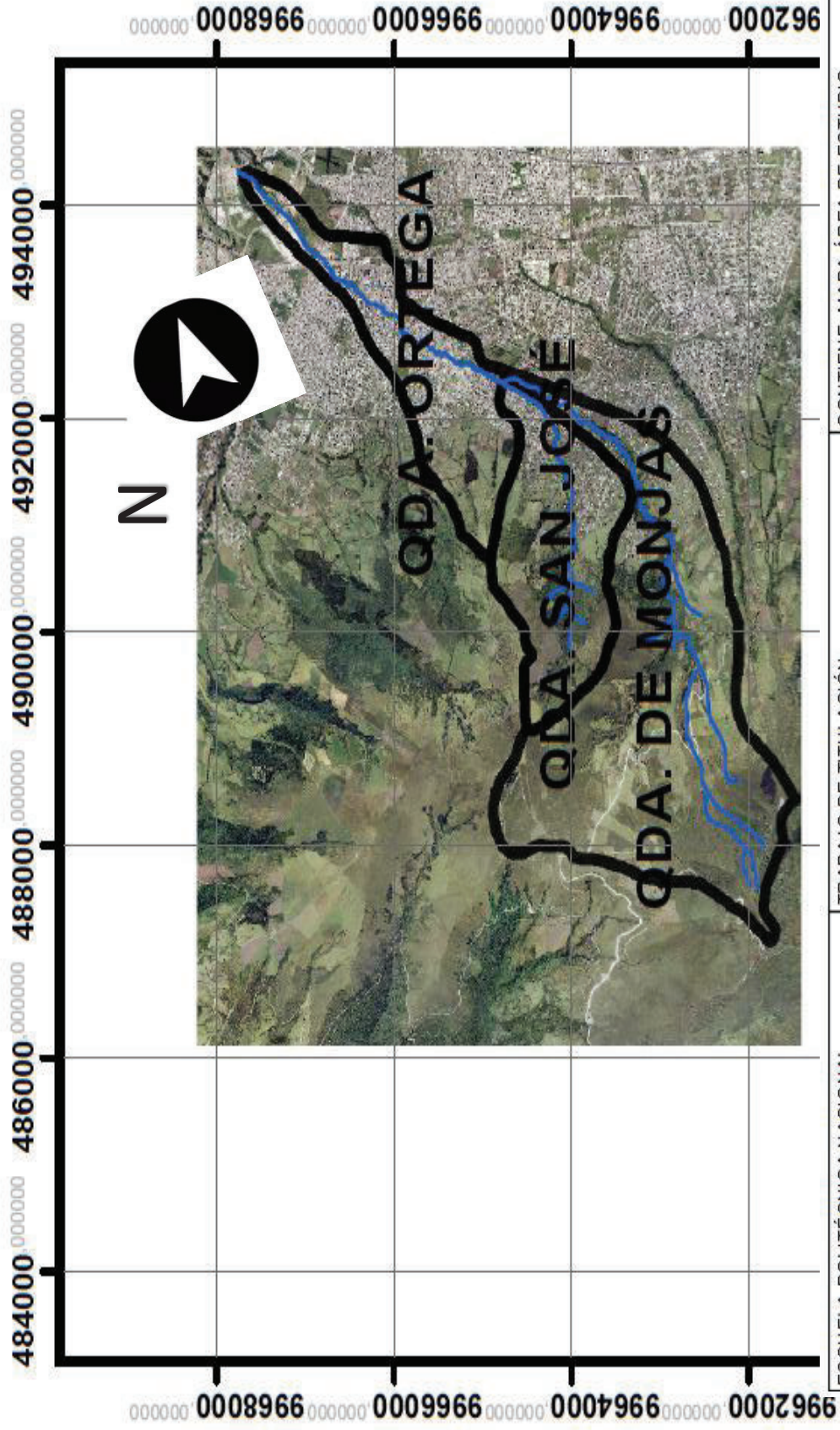
25. ¿Cuánto gastó el último año en reparar los daños por las inundaciones? \$ _____ dólares

Fecha: _____

Observaciones: _____

ENCUESTADOR:

ANEXO No. 4
MAPA ÁREA DE ESTUDIO

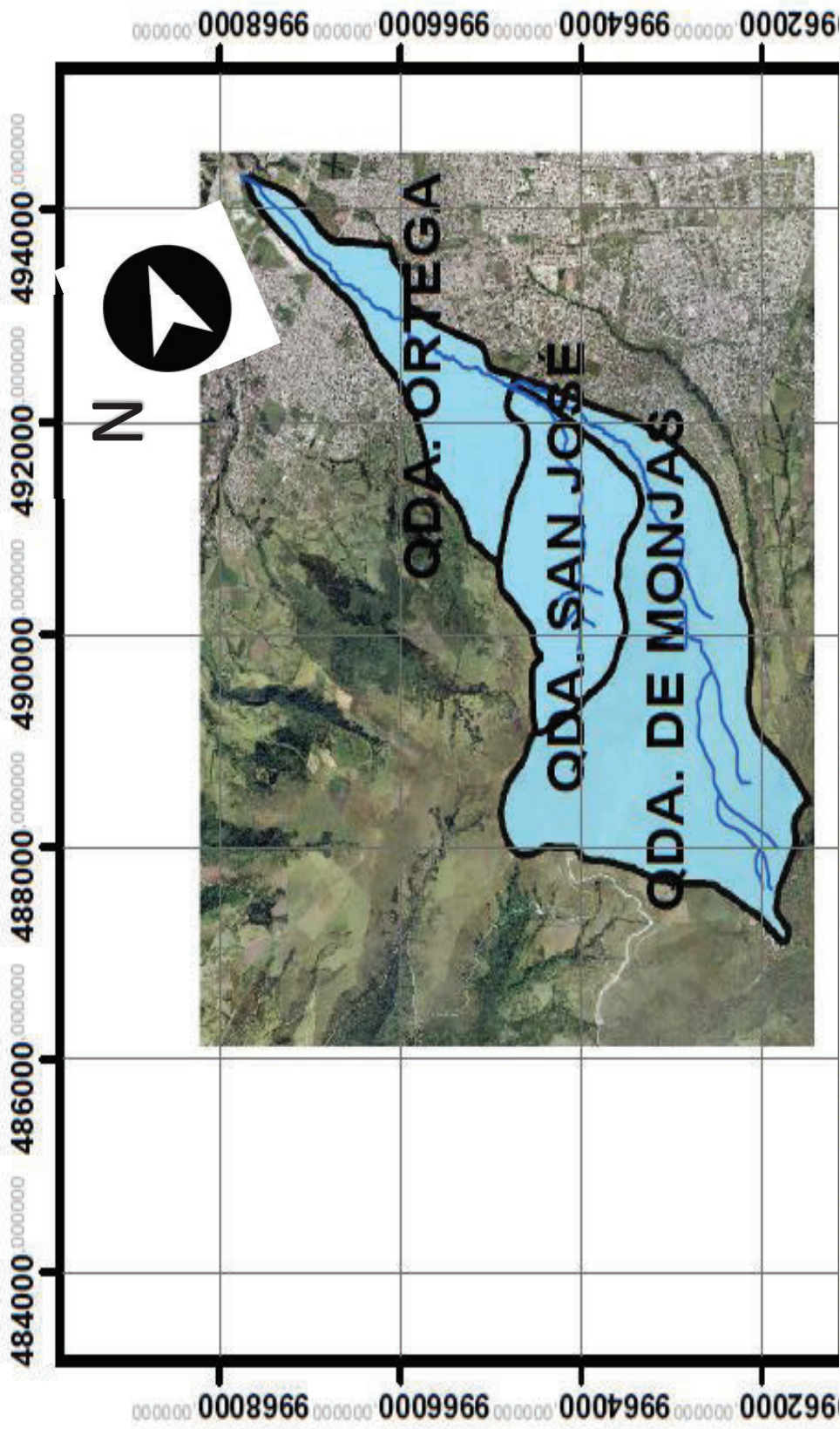


ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
MAESTRÍA EN AMBIENTAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
ENRÍQUEZ PINOS CARLOS GABRIEL
TORRES FLORES LUCÍA PAULINA

CONTIENE: MAPA ÁREA DE ESTUDIO
ESCALA 1:25000
MARZO 2017

ANEXO No. 5
MAPA ÁREAS DE APORTACIÓN QUEBRADAS

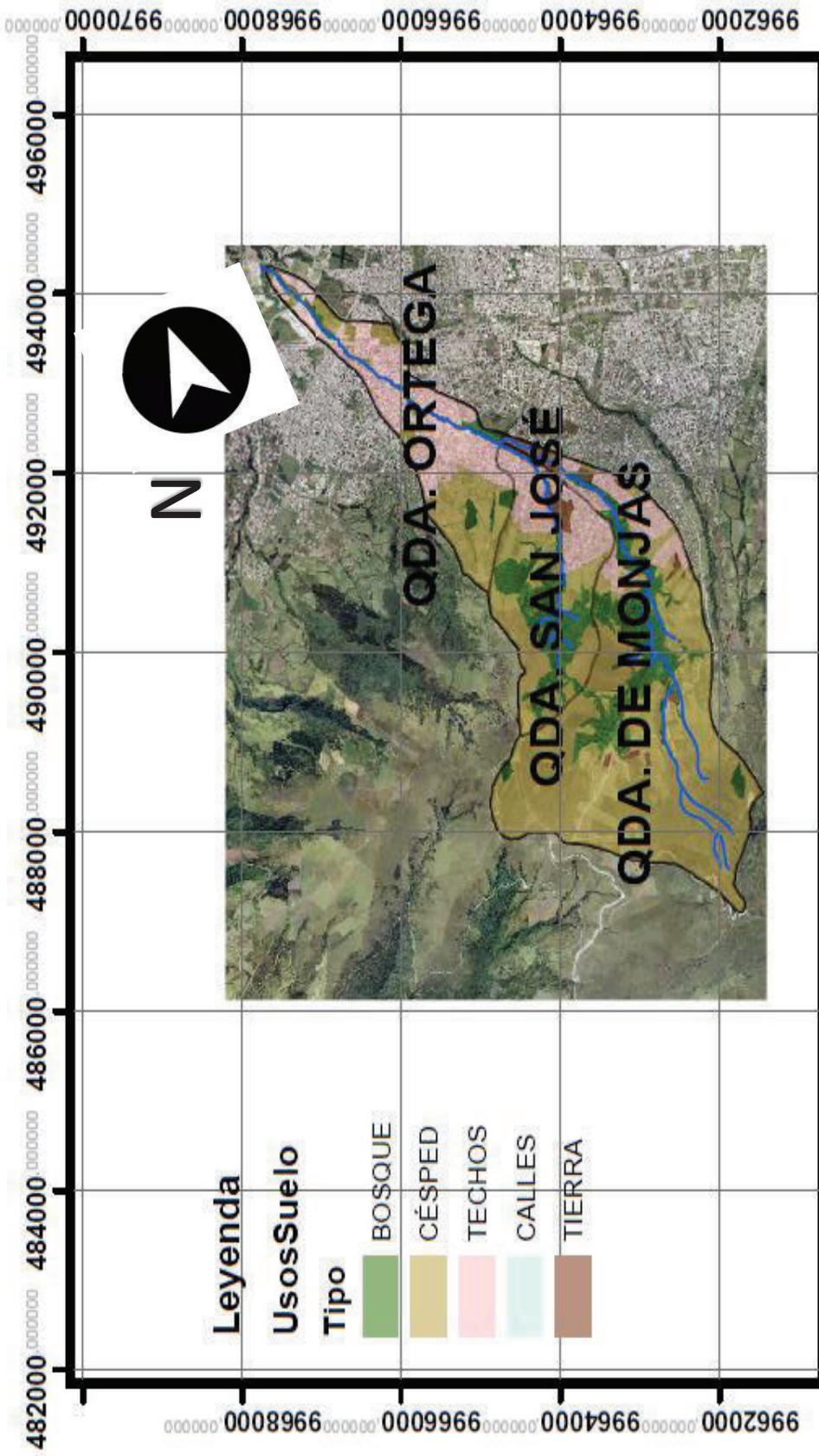


ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
MAESTRÍA EN AMBIENTAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
ENRÍQUEZ PINOS CARLOS GABRIEL
TORRES FLORES LUCÍA PAULINA

CONTIENE: ÁREAS APORTACIÓN QUEBRADAS
ESCALA 1:25000
MARZO 2017

ANEXO No. 6
MAPA USOS DEL SUELO

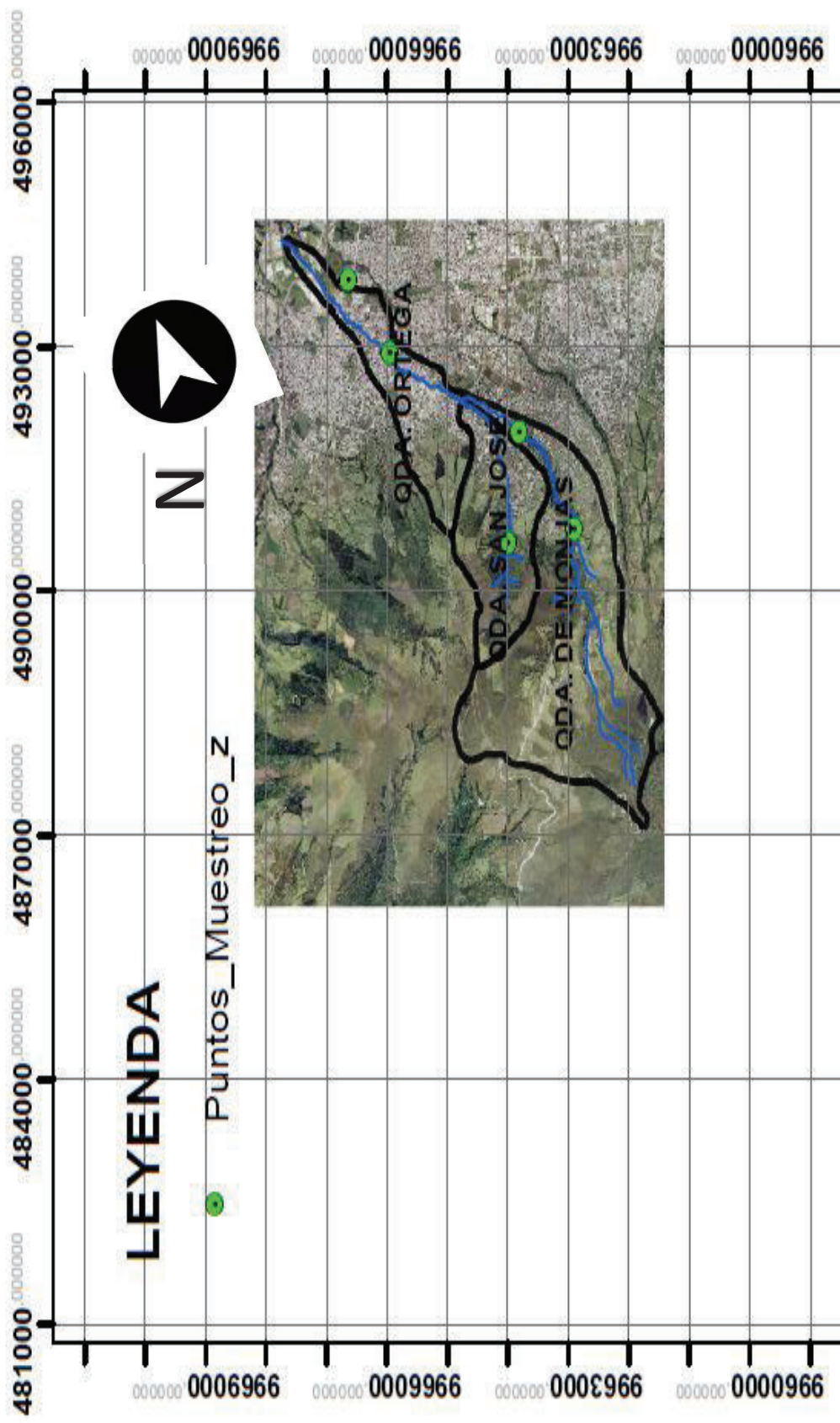


ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
 MAESTRÍA EN AMBIENTAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
 ENRÍQUEZ PINOS CARLOS GABRIEL
 TORRES FLORES LUCÍA PAULINA

CONTIENE: MAPA USOS DEL SUELO
 ESCALA 1:25000
 MARZO 2017

ANEXO No. 7
MAPA ESTACIONES DE MONITOREO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL MAESTRÍA EN AMBIENTAL	TRABAJO DE TITULACIÓN ENRÍQUEZ PINOS CARLOS GABRIEL TORRES FLORES LUCÍA PAULINA	CONTIENE: MAPA ESTACIONES DE MONITOREO ESCALA 1:25000 MARZO 2017
---	---	--