



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE AMBIENTAL

TESIS:

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CON ESTÁNDARES
DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AGUA, CATEGORÍA 4, EN
LA MICROCUENCA DEL RÍO GRANDE, CASERÍO RÍO GRANDE –
CAJAMARCA, 2015**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
CHUQUILÍN CELIZ, CARMEN ELISABET**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

CAJAMARCA – PERÚ

- 2017-

A:

Dios, el que hace posible todas las cosas.
A mis padres por haber inculcado en mí valores, entre ellos el espíritu de superación, por su paciencia, soporte, amor y aliento permanente durante todos estos años de realización de mi carrera, que gracias a ellos es esto posible.

Carmen

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas por ayudarme incondicionalmente durante todo mi formación académica Profesional. En forma muy especial agradecer la empresa Lumina Copper S.A.C. por brindar información sobre monitoreo de agua en el caserío del río Grande, distrito de la Encañada. A la comunidad de la Encañada por el apoyo que me brindaron a quienes expreso mi profunda gratitud, por su apoyo y orientación que supieron brindarme en la realización del presente trabajo de investigación. A todos mis profesores de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas, contribuyeron a mi formación profesional.

La autora

ÍNDICE

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	xv

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. Delimitación social.....	3
1.2.3. Delimitación temporal.....	3
1.2.4. Delimitación conceptual.....	3
1.3. Problemas de investigación.....	4
1.3.1. Problema principal.....	4
1.3.2. Problema secundarios.....	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis y variables de la investigación.....	5
1.5.1. Hipótesis General.....	5
1.5.2. Variables (definición conceptual y operacional).....	6

1.6. Metodología de la investigación.....	7
1.6.1. Tipo y nivel de investigación.....	7
1.6.2. Método y diseño de la investigación.....	7
1.6.3. Población y muestra de la investigación.....	8
1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	9
1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación.....	9

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema.....	11
2.2. Bases teóricas.....	14
2.2.1. Ubicación de la zona de estudio.....	14
2.2.2. Calidad del agua.....	18
2.2.3. Parámetros establecidos por los ECAs.....	22
2.2.4. Marco Legal.....	31
2.3. Definición de términos.....	33

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	36
3.2. Análisis de tablas y gráficos.....	37
Conclusiones.....	67
Recomendaciones.....	68
Referencias bibliográficas.....	69

ANEXOS

1. Matriz de consistencia.
2. Formato de recolección de muestras de agua.
3. Resultados analíticos.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de la investigación.....	6
Tabla 2: Toma de muestra en la microcuenca del Río Grande.....	8
Tabla 3: Límites de la microcuenca del Río Grande.....	16
Tabla 4: pH en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	37
Tabla 5: Temperatura en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	39
Tabla 6: Conductividad en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	41
Tabla 7: Solidos disueltos totales en la época húmeda y seca en cada Uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	43
Tabla 8: Dureza total en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	45
Tabla 9: Alcalinidad total en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	47
Tabla 10: Oxígeno disuelto en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	49
Tabla 11: Cloruros en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	51
Tabla 12: Nitrógeno total en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	53
Tabla 13: Nitrógeno amoniacal en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	55
Tabla 14: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	57

Tabla 15: Demanda Química de Oxígeno en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	59
Tabla 16: Coliformes totales en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	61
Tabla 17: Coliformes fecales en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	63
Tabla 18: Enterococos fecales en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.....	65
Tabla 19: Evaluación de la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	15
Figura 2. Ubicación Geográfica.....	17
Figura 3: Imagen satelital.....	17
Figura 4: Temperatura.....	23
Figura 5: Sólidos disueltos totales.....	24
Figura 6: pH.....	25
Figura 7: Conductividad.....	26
Figura 8: Alcalinidad.....	26
Figura 8: Alcalinidad.....	26
Figura 9: Dureza.....	27
Figura 10: Oxígeno disuelto.....	28
Figura 11: Coliformes totales.....	30
Figura 12: Coliformes fecales.....	31
Figura 13: Estándares de calidad ambiental fisicoquímicos.....	32
Figura 14: concentración del nitrógeno amoniacal en diferentes pH y temperatura para la protección de la vida acuática (mg NH ₃ /L).....	33
Figura 15: Estándares de calidad ambiental microbiológicos.....	33
Figura 16: Registro de pH en época húmeda y seca.	38
Figura 17: Registro de temperatura en época húmeda y seca.....	40
Figura 18: Registro de conductividad en época húmeda y seca.....	42
Figura 19: Registro de solidos disueltos totales en época húmeda y seca.....	44
Figura 20: Dureza total.....	46
Figura 21: Alcalinidad total.....	48
Figura 22: Oxígeno disuelto.....	50
Figura 23: Cloruros.....	52
Figura 24: Nitrógeno total.....	54

Figura 25: Nitrógeno amoniacal.	56
Figura 26: DBO ₅	58
Figura 27: DQO.....	60
Figura 28: Coliformes totales.....	62
Figura 29: Coliformes fecales.....	64
Figura 30: Enterococos fecales.....	66
Figura 31: Plano hidrológico de la microcuenca Río Grande.....	77
Figura 32: Resultados del mes de febrero.....	78
Figura 33: Resultados del mes de marzo.....	79
Figura 34: Resultados del mes de abril.....	80
Figura 35: Resultados del mes de Junio.....	81
Figura 36: Resultados del mes de julio.....	82
Figura 37: Resultados del mes de agosto.....	83
Figura 38: Aguas arriba en la microcuenca Río Grande.....	84

RESUMEN

El presente estudio tiene como principal contenido la evaluación de la calidad del agua y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de dicha microcuenca, ya que el agua juega un papel fundamental en casi todas las actividades de la humanidad y es uno de los recursos que más conflictos de uso genera. Este estudio consiste en la evaluación de la calidad con los estándares de calidad ambiental para la categoría 4 del agua en la microcuenca del Río Grande realizando muestreo de aguas en época húmeda y época seca desde el mes de febrero del 2015 hasta agosto del 2015, en el que se contó con dos fases de investigación Fase I en el que se consideró el trabajo de campo y Fase II de gabinete e interpretación de resultados. Para alcanzar los objetivos propuestos se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos disponibles en las cinco estaciones, en esta sección se evaluó la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande. De esta investigación es posible concluir que en los parámetros fisicoquímicos la presencia en época húmeda y seca de un pH que se presentó por debajo del límite inferior de los ECA para la categoría 4 en dos puntos (M2 y M22), mientras que en dos muestras tomadas en el (M21 y M17), el pH se encontró sobre el límite superior de los ECA para la categoría 4 y el nitrógeno amoniacal supera la categoría 4 de los ECAs en cuatro puntos (M17, M21, M1 y M22). Se determinó la presencia de coliformes totales excedieron los límites establecidos por los ECAs en un punto (M17), en época seca, los enterococos fecales sobrepasan los ECAs en la estación M17 en la época seca y no se presentaron valores detectables de DBO_5 en la época de húmeda parámetros microbiológico.

Palabras Claves: pH, temperatura, dureza total, conductividad, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, alcalinidad total, oxígeno disuelto, cloruros, solidos disueltos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes fecales, enterococos fecales y coliformes totales.

Abstract

The present study has as its main content the evaluation of water quality and the physico-chemical and microbiological parameters of this micro-watershed, since water plays a fundamental role in almost all human activities and is one of the resources that most conflicts of Generate usage. This study consists of the evaluation of the quality with the environmental quality standards for the category 4 of the water in the Micro watershed of the Rio Grande conducting sampling of water in the wet season and dry season from the month of February of 2015 to August of 2015, in Which was counted on two Phase I research phases in which the field work and Phase II of cabinet and interpretation of results were considered. In order to reach the proposed objectives, we analyzed the physicochemical and microbiological parameters available in the five stations. In this section we evaluated the water quality with the environmental quality standards for category 4 in the Río Grande microbasin. From this investigation it is possible to conclude That in the physicochemical parameters the presence in wet and dry times of a pH that was presented below the lower limit of the ECAs for category 4 at two points (M2 and M22), whereas in two samples taken at (M21 and M17), pH was found on the upper limit of ECAs for category 4 and amoniacal nitrogen exceded category 4 of RCTs at four points (M17, M21, M1 and M22). The presence of total coliforms exceeded the limits established by the ECAs at one point (M17), in the dry season, the fecal enterococci surpassed the ECAs at station M17 in the dry season and there were no detectable values of DBO5 at the time Of wet microbiological parameters.

Keywords: pH, temperature, total hardness, conductivity, total nitrogen, ammoniacal nitrogen, total alkalinity, dissolved oxygen, chlorides, dissolved solids total, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, fecal coliforms, fecal enterococci and total coliforms.

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua en los sistemas naturales depende de diversos factores naturales aunque el factor más grande suele ser de las actividades humanas. El hombre ha utilizado el agua continental como uso de recursos para multitudes de funciones, así como medio receptor y depurador de parte de los generados por los mismos. El calentamiento global uno de los principales temas en la agenda ambiental internacional, está afectando las principales reservas de agua dulce y en el Perú ha traído como consecuencia el proceso de deshielo de la Cordillera de los Andes.

El objetivo general de la presente investigación es la evaluación de la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, Encañada - Cajamarca, 2015. El problema principal es ¿Cuál es la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua en la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015?

La investigación se justifica de la siguiente manera: la información recopilada nos permitirá evaluar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental (ECAs) para la categoría 4. Además, los resultados de este estudio contribuirán al análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presente en el agua de la microcuenca Río Grande.

La presente investigación tiene tres capítulos, el primer capítulo trata sobre el planteamiento metodológico, el segundo capítulo se refiere al marco teórico, el tercer capítulo es referente a presentación de análisis e interpretación de resultados.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÒGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

La contaminación por metales, residuos químicos y antibióticos, siguen siendo los principales factores de la contaminación del agua, lo que repercute gravemente en la salud de las personas. El consumo de agua contaminada y la falta de acceso a servicios mejorados de saneamiento, está relacionada a más de 4000 muertes prematuras al año en América Latina. (OMS, 2011)

El Perú se ubica entre los 10 países con mayor disponibilidad de agua, pero por cuestiones geográficas y climáticas su distribución no es equitativa, se está convirtiendo en un recurso escaso debido a diferentes factores como la deforestación, el mal uso del agua y el calentamiento global. (OMS, 2011)

Frente a esta coyuntura en Cajamarca especialmente en el caserío Río Grande, está ubicada a 10 km del distrito de la Encañada la microcuenca del Río Grande delimitada por punto M1 al M21, se presenta la degradación de los recursos naturales, ligado a proyectos y actividades antropogénicas de la zona, producto de la ubicación de letrinas mal ubicadas por los usuarios de la zona que no tenían conocimiento del tipo de contaminación que generan al esparcir gases que causa muerte de la fauna y flora acuática de la zona : estos impactos negativos al organismo y al medio ambiente están causando contaminación en la microcuenca, deriva la gran importancia de realizar estudios previos en la zona de influencia directa de los proyectos que están en desarrollo para que en el futuro como el proyecto “Galeno” no se afecte la calidad del recurso hídrico; debido al elevado costo del análisis de agua, las empresas Lumina Copper S.A.C. y Conga encargadas del desarrollo de los proyectos deben asumir dicha inversión, y así forjar confianza en la gente de las comunidades involucradas y opinión pública. El presente trabajo profesional se realizó en cumplimiento del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, el decreto supremo propone estandarizar criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos continentales y marino costeros, considerando las normas internacionales en su última actualización.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en la microcuenca del Río Grande, Distrito de la Encañada, región de Cajamarca el cual comprende cinco quebradas importantes: Mamacocha, Yerba Buena, Río Grande, Chamcas y Yanacocha.

1.2.2. Delimitación social

Monitoreo participativo, con las comunidades, caseríos, centros poblados, Municipalidad distrital de la Encañada y la Universidad Alas Peruanas, durante la medición de parámetros de campo para evaluar la calidad del agua del Río Grande.

1.2.3. Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación se realizó desde el mes de febrero del 2015 hasta agosto del 2015, en el que se contó con dos fases de investigación Fase I en el que se consideró el trabajo de campo y Fase II de gabinete e interpretación de resultados.

1.2.4. Delimitación conceptual

Esta investigación abarca la calidad del agua, la categoría 4 Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas y ECAs de aguas superficiales de la microcuenca del Río Grande.

1.3. Problemas de investigación.

1.3.1. Problema principal

- ¿Cuál es la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua en la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015?

1.3.1. Problemas secundarios

- ¿Cuál es la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros fisicoquímicos establecidos en la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015?
- ¿Cuál es la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros microbiológicos establecidos en la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua, categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros físicoquímicos establecidos para el agua, categoría 4 en la microcuenca del río Grande, caserío Río Grande - Cajamarca 2015.
- Determinar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros microbiológicos establecidos para el agua, categoría 4 en la microcuenca del río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.

1.5. Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis General

- La calidad del agua no cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua, categoría 4 en la microcuenca del Río Grande caserío Río Grande –Cajamarca, 2015.

1.5.2. Hipótesis Secundarias

- La calidad del agua no cumple con los parámetros físicoquímicos establecidos para la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.
- La calidad del agua no cumple con los parámetros microbiológicos establecidos para la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.

1.5.3. Variables (definición conceptual y operacional)

1.5.3.1. Variable independiente: La calidad del agua.

1.5.3.2. Variable dependiente: Estándares de calidad ambiental para el agua, categoría 4.

Tabla 1: Variables (definición conceptual y operacional)

VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA
Variable independiente: La calidad del agua.	Se entiende por calidad del agua a la que cumple con las características físico- químicas óptimas.	fisicoquímicas y microbiológicas	PH, temperatura, dureza total, conductividad, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, alcalinidad total, oxígeno disuelto, cloruros, solidos disueltos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes fecales, coliformes totales y enterococos fecales.	Observación de campo.
Variable dependiente: estándares de calidad ambiental, categoría 4.	Como la medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente.	Características	físicas, químicas y microbiológicas	De laboratorio, medición de parámetros físicos, químicos y biológicos

Fuente: Elaboración propia ,2016.

1.6. Metodología de la investigación

1.6.1. Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

Investigación cuantitativa de alcance descriptivo. Los estudios descriptivos miden y evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide y se recolecta información sobre cada una de ellas, para así valga la redundancia.

b) Nivel de investigación

La presente investigación es descriptiva, porque se ha caracterizado un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores, no se ha limitado a la recolección de datos, si no a la identificación de las relaciones que existen en sus variables de estudio.

1.6.2. Método y diseño de la investigación

a) Método de investigación.

El método se utilizó en la presente investigación será hipotético deductivo.

b) Diseño de investigación.

El diseño es no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente variables para ver su efecto sobre otras variables lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

1.6.3. Población y muestra de la investigación

a) Población

La población está conformada por la microcuenca del Río Grande del caserío Río Grande, en el distrito de la Encañada y provincia de Cajamarca.

b) Muestra

Está constituida para la presente investigación por 5 estaciones de muestreo en la microcuenca del Río Grande, se tomó muestras desde febrero del 2015 hasta agosto del 2015.

Tabla 2: Toma de muestra en la microcuenca del Río Grande

Punto de monitoreo	Ubicación		Descripción	Observación
	Este	Norte		
M1	793,714	9,225,861	Qda. Chamcas	Muestreado
M2	794,606	9,226,799	Qda. Kerosene	Muestreado
M17	790,736	9,226,450	Qda. Hierbabuena	Muestreado
M21	791,537	9,222,414	Río Grande	Muestreado
M22	796,474	9,226,683	Mamacocha	Muestreado

Fuente: elaboración propia, 2016.

1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. Técnicas

Con los datos obtenidos del análisis de cada uno de las muestras se ordenaron en base a mediciones, tablas y figuras, los mismos que son interpretados en base a los estándares de calidad ambiental vigentes en la legislación peruana. Se realizara la observación de campo, para estar en contacto directo con la realidad en este momento dado.

También tome en cuenta, las técnicas del laboratorio, y el límite de detección de equipo (LDE).

b. Instrumentos.

En la presente investigación se utilizó como instrumentos el protocolo de toma de muestras de agua, informes de resultados de laboratorio, estándares de calidad ambiental, comparados con el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, una laptop y programas de Excel 2013, Word 2013 y SIG 2016.

a) Justificación

La presente tesis profesional es importante porque evalúa la calidad del agua de la microcuenca Rio Grande con los estándares de calidad ambiental (ECAs) para la categoría 4. La importancia que tienen las fuentes de agua de la microcuenca para el caserío Rio Grande y por la magnitud de

los daños, se hace evidente la necesidad de implementar planes participativos para un manejo racional de los recursos naturales de la microcuenca y poder así reducir el impacto sobre la calidad del agua.

Los resultados de este estudio contribuirán al análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presente en el agua de la microcuenca Río Grande. En este sentido, la información que genera la presente investigación será de utilidad para las autoridades y organismos competentes, porque contarán con elementos de juicio fiable para la toma de decisiones sobre la participación en la calidad de agua de agua en la microcuenca Río Grande.

La información será igualmente útil para otros investigadores y estudiantes relacionados con la temática.

b) Importancia

El estudio de la calidad del agua superficial en la microcuenca Rio Grande Encañada, se realizó con la finalidad de ver cuál es la calidad del agua con los parámetros fisicoquímicos y biológicos.

C) Limitaciones

Durante la presente investigación se considera las siguientes limitaciones:

- Obtener permisos y accesos para la toma de muestras.
- Las muestras de agua eran muy costosas para analizarlas en el laboratorio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

En Costa Rica, en la Universidad Estatal a Distancia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. En la Tesis” *Calidad físico- química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria*”, se concluye que la calidad bacteriológica del agua de los sitios 4,12 y 14 de quebrada Victoria, ante fuertes precipitaciones como las ocasionadas por la tormenta tropical Noel del 2007 y en la época de transición seca a lluviosa del 2008, se deterioró debido al aumento de coliformes fecales (> 2000 NPM/100mL); asimismo, el agua de los sitios 12 y 13 de la quebrada victoria presento contaminación *en la época* de transición seca a lluviosa del 2008, *debido al aumento de Eschericha coli* (>2000 NPM/100mL), por lo que estas fuentes no son utilizadas para el consumo humano , el análisis estadístico, los parámetros de calidad del agua de la quebrada Victoria: color, turbiedad, oxígeno disuelto, sílice, coliformes fecales y *Eschericha coli*, difieren significativamente con un nivel de significancia del 5% entre las épocas de muestreo : lluviosa del 2007, seca y de transición seca a lluviosa del 2008 y el caudal de la quebrada Victoria aumento en 75% su flujo a partir del sitio 6

hasta cuenca abajo durante el año hidrológico setiembre del 2007 a junio del 2008. (Zhen, 2009)

En Lima, en la Universidad Mayor de San Marcos, Escuela Académica Profesional de Ciencias Biológicas. Tesis “*Microorganismos indicadores de la calidad del agua para consumo humano en Lima Metropolitana*”, Se concluye que de acuerdo a la NTN, 17,86% de muestras de agua de inmuebles son inaptas, no tomándose en consideración a *Estreptococos fecales* y *Pseudomonas aeruginosas*. Si se tomara en cuenta estos indicadores el porcentaje de muestras inaptas se elevaría al 23,66%, de acuerdo al NTN, 73,68% de muestras de agua de pozos son inaptas, no tomándose en cuenta muestras con *Pseudomonas aeruginosa* y *Estreptococos fecales*. Si se tomara en cuenta estos indicadores el porcentaje de muestras inaptas se elevaría al 94,64% y se comprobó la importancia de *Pseudomonas aeruginosa* y *Estreptococos fecales* como indicadores de la calidad microbiológica del agua de consumo humano, complementarios al uso de Bacterias Heterotróficas y coliformes, la contaminación biológica en inmuebles se debe principalmente a la falta de limpieza y desinfección de los sistemas de agua (Marchand, 2002)

Cajamarca, Universidad Alas Peruanas, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental. Tesis “*Estudio de la calidad del agua del río Hualgayoc, en la zona de influencia del pasivo ambiental minero el Dorado*”, se concluye que el efluente del origen minero metalúrgico es ácido. El pH en el río Hualgayoc es ácido en los puntos MA – 2 este último es quien recibe la descarga del efluente, la concentración del Arsénico (As), cromo (Cr), y cobre (Cu) del pasivo ambiental minero no sobrepasa los límites máximos permisibles, no evidenciando un impacto sobre la calidad del agua del río Hualgayoc y la concentración del cadmio (Cd), hierro (Fe) y zinc (Zn) del pasivo ambiental minero sobrepasa los límites máximos permisibles, por lo

tanto están influenciando en la calidad del agua del río Hualgayoc con respecto a estos mismos parámetros. (Lezama, 2014)

En Cajamarca, en la Universidad Nacional De Cajamarca, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica. Tesis " *Estudio de la disponibilidad hídrica de la microcuenca quebrada Yanacocha, Encañada*", se concluye, que la se Estimó Caudales en los diferentes puntos de monitoreo teniendo como resultado positivo un promedio tanto en época seca como en época de lluvia un Caudal considerable para su aprovechamiento. Se realizó el balance hídrico de la microcuenca de la Quebrada Yanacocha, concluyendo un caudal de aprovechamiento de 54 l/s, durante la época de lluvia y época seca, este aprovechamiento puede ser industrial, ganadero, Agricultura, o terceros y que la calidad del agua puede ser uso exclusivo de ganadería, Agricultura, o industrial más no de uso para el consumo humano. (Llanos, 2014)

En Cajamarca, en la Universidad Alas Peruanas, Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Minas. Tesis " *Estudio de la calidad del agua en la cuenca río "grande" zona de influencia directa del proyecto minero "El Galeno"*", se concluye, que los valores de oxígeno disuelto en las aguas superficiales de la cabecera de la cuenca del Río Grande, la gran mayoría (excepto 2 muestras en la estación M22) registraron concentraciones dentro del rango establecido en los ECAs para las categorías 3 y 4 (5,0 mg/como mínimo), los que indican buena aireación asociados a la turbulencia que se presenta en especial en las zonas de pendiente. Estos procesos de turbulencia que se presentan son particularmente significativos durante la época lluviosa a través de la cual los cursos de agua presentan mayores caudales que en el resto del año (Covarrubias, 2012).

En Cajamarca, en la Universidad Alas Peruanas, Escuela Académica Profesional de Ingeniería De Minas. Tesis “*Estudio de la calidad del agua en la microcuenca “Chanche” zona de influencia directa del proyecto minero “El Galeno”*”, se concluye, que los menores valores de conductividad (entre 6.63 y 42,07 us/cm) están asociados a valores de pH ácidos (entre 4,1 y 5,2 u.e) y los valores de conductividad 209,0 y 238,0 se encuentran asociados a los valores de pH alcalino (entre 7,7 y 8,4 u.e). Estos valores de conductividad evidencian a su vez los bajos niveles de mineralización de las aguas superficiales. Las aguas que muestran mayores registros de conductividad, por otro lado, están asociando a valores de pH neutros o ligeramente alcalinos evidenciando la ocurrencia de un mayor grado de meteorización de carbonatos, en la microcuenca de la quebrada Chanche los valores acidos de pH en el agua de las quebradas Dos Colores (4,8 u.e) y quebrada carbón (4,1 u.e), estaciones M7 y M23 respectivamente, están asociados a valores de solidos totales disueltos (STD) menores a 10 mg/L, reflejando un escaso grado de mineralización , asi como a valores de alcalinidad por debajo del límite de detección.(Oliva, 2012)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ubicación de la zona de estudio

Cajamarca se encuentra ubicada en la parte Nor Occidental del territorio peruano. La Zona de estudio se ubica en el distrito caserío Rio Grande, La Encañada, provincia y región de Cajamarca, a 50 km de la ciudad Cajamarca y aproximadamente a 900 km al NE de la ciudad de Lima, a una altitud que varía entre los 3275 y 4000 m.s.n.m.

El río Grande tiene su origen en la descarga de la laguna kerosene, finalmente agua abajo se da la confluencia entre los ríos Grande, Azufre y Quinuario dando origen al río chonta; toda esta área pertenece a la cuenca del río Crisnejas.

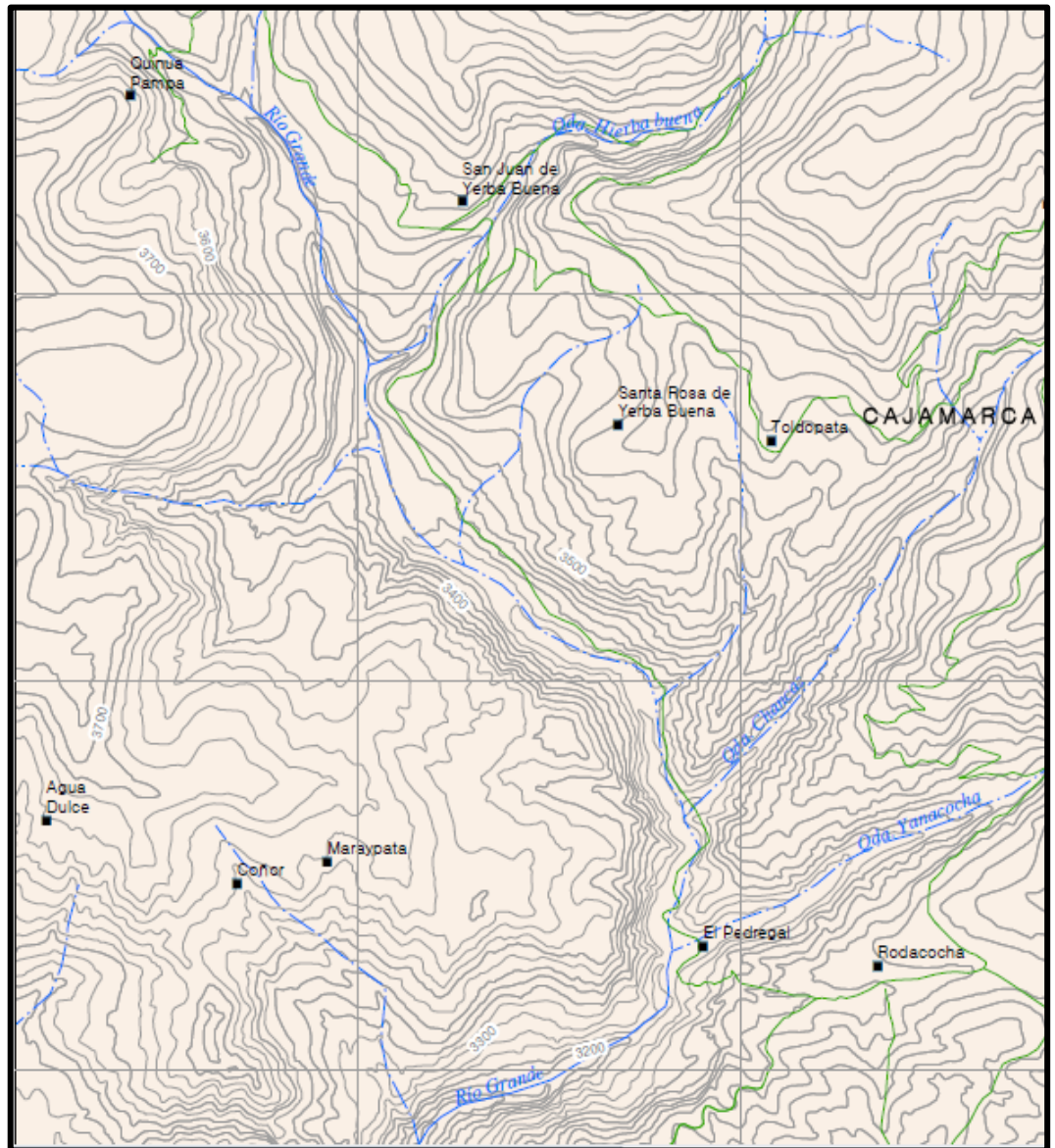


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: MWH Perú S.A.

a. Características de la microcuenca Rio Grande

- **Topografía:** La topografía de nuestra zona consta de pendientes suaves a moderadas, meteorizadas por acción de las precipitaciones; así como valles jóvenes cubiertos por vegetación.
- **Clima:** El clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo y se presentan con el fenómeno del Niño en forma cíclica.

Temperatura Máxima Promedio:	27° C.
Temperatura Mínima Promedio:	0° C.
Temperatura Promedio:	15.8° C.

- **Precipitación:**

Presentación Máxima Promedio:	618.8 mm.
Precipitación Promedio Mensual:	51.6 mm.

- **Limites :**

Tabla 3: Límites de la microcuenca del Río Grande

Descripción	Norte	Este
Quebrada Chailhuagon aguas abajo del proyecto conga	790319	9230737
Laguna Cahilhuagon	789766	9230268
Quebrada sin nombre antes de la confluencia de la Quebrada Chailhuagon	789432	9230087
Río sin nombre, 500 m de la Quebrada Callejón.	789672	9229599
Quebrada Hierba Buena	790682	9226369
Quebrada Chancas	791855	9223832
Laguna Yanacocha	793871	9228379

Fuente: MWH Perú S.A.

2.2.2. Calidad del agua

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria (Russell, 2012).

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud, revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos, la contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica. (OPS, 2004)

- Importancia de la calidad del agua

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en

general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas (Randulovich, 2001).

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80 % de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70 % de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales. (OPS, 2004)

a) Calidad de agua en una microcuenca hidrográfica

La microcuenca hidrográfica es la unidad de análisis y planificación para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial que, en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar. (ANA, 2012)

b) Factores que influyen en la calidad del agua.

- Uso de la tierra y su relación con la calidad del agua.

Los factores, actividades, procesos y condiciones sociales que estén incidiendo en la cantidad y calidad del agua de la microcuenca como se muestra en las actividades humanas a que están sometidos. Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados, éstos provocan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios dramáticos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable. Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua (FAO, 2012).

- La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua.

La ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico. Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua, los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas

corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos. (Barreiro, 2013)

- **La agricultura y su influencia en la calidad del agua.**

La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70 % de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química. La agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos (Ongley, 2015).

Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad (Vidal *et al.* 2000).

- **Actividades humanas**

En condiciones naturales se encontrarían contaminantes como organismos patogénicos, nitrógeno y fosforo pero, en bajas cantidades. Estas concentraciones o unidades naturales, a través

de las actividades humanas, aumentan debido a que contaminan con diversas sustancias que pueden ser tóxicas. La mayoría de estos contaminantes se acumulan en los sedimentos y causan a su vez una alteración a los factores bióticos (Oral et al. 2012).

2.2.3. Parámetros establecidos por estándares de calidad ambiental (ECAs), para la categoría 4

a. Parámetros físicos del agua

Las mediciones de amoníaco total en el medio ambiente acuático a menudo se expresan en mg/L de amoníaco total -N. Los actuales valores de referencia (mgNH₃/L) se pueden convertir a mg/L de amoníaco total -N multiplicando el valor de referencia correspondiente por 0.8224 (MINAM, 2015).

Temperatura: La temperatura es un parámetro físico de suma importancia para los ecosistemas hidráulicos, aunque no es parte de las características de calidad del agua potable. Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, esto puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces. También, la contaminación térmica puede causar trastornos en ecosistemas acuáticos ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos, es sumamente restringido.

(OMS ,2011)



Figura 4: Temperatura.

Fuente: (OMS ,2011)

Sólidos disueltos totales: Los sólidos disueltos lo constituyen las sales que se encuentran presentes en el agua y que no pueden ser separados del líquido por algún medio físico, tal como: sedimentación, filtración, etc. La presencia de estos sólidos no es detectable a simple vista, por lo que se puede tener un agua completamente cristalina con un alto contenido de sólidos disueltos. La presencia de estos sólidos solo se detecta cuando el agua se evapora y quedan las sales residuales en el medio que originalmente contiene el líquido. Analíticamente se miden pesando la cápsula con las sales residuales, una vez que el agua ha sido evaporada, y conociendo el peso neto de la cápsula es posible determinar la cantidad de sólidos disueltos por diferencia de peso. (OMS, 2011)



Figura 5: Sólidos disueltos totales.

Fuente: (OMS ,2011)

pH: El potencial hidrogeno o pH, es un parámetro de suma importancia tanto para aguas naturales como aguas residuales. El rango de pH en el cual pueden interactuar los ecosistemas y sobrevivir las especies que lo conforman, está sumamente restringido, por lo cual si este valor es alterado, los procesos biológicos que normalmente se llevan a cabo pueden ser perturbados y/o inhibidos y las consecuencias son adversas. (OMS, 2011)

El pH se mide entre 0 a14 en solución acuosa, siendo acidas las soluciones con pH menor de 7 y básicas de 7. El pH igual a 7 indica la neutralidad de una sustancia. Las aguas naturales pueden tener pH ácidos debido al so_2 y co_2 disueltos en la atmosfera, co_3 de los suelos calizos, porque provienen de los seres vivos o por el ácido sulfúrico procedente de algunos minerales. (LEXUS, 2012)



Figura 6: pH

Fuente: (OMS ,2011)

Nitrógeno total: se refiere a la suma de concentraciones de nitrógeno, nitritos y nitratos. Estos compuestos a pesar de que son necesarios para la vida acuática, en exceso produce la eutrofización y agrava el estado natural del río (LEXUS, 2012).

Conductividad: La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales o sólidos disueltos que tiene un agua natural. Los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; esta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores. Si el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor. Cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella. (Aznar, 2000)



Figura 7: Conductividad

Fuente: (ANA, 2012)

Alcalinidad: La alcalinidad es un parámetro que determina la capacidad de un agua para neutralizar los efectos ácidos que sobre ella actúen. Los constituyentes principales de la alcalinidad son los bicarbonatos, carbonatos, e hidróxidos (OH^-). La alcalinidad proviene de los minerales que se encuentran en forma de carbonatos y bicarbonatos (Na_2CO_3 , NaHCO_3 , por ejemplo), que disuelve el agua en su contacto con las capas de estratos, y también por la acción del CO_2 atmosférico al disolverse en el agua. (Aznar, 2000)

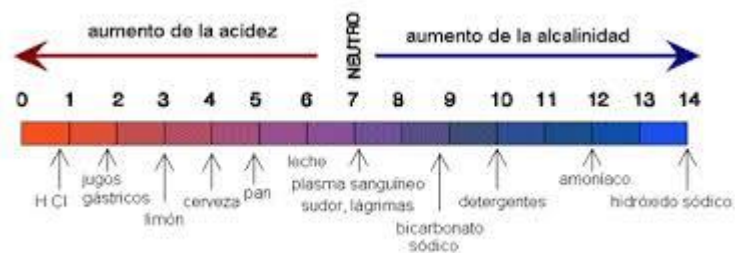


Figura 8: Alcalinidad

Fuente: (OMS, 2011)

Dureza: La dureza del agua se debe a la presencia de cationes como: calcio, magnesio, estroncio, bario, fierro aluminio, y otros metales que se encuentran presentes en forma de sólidos disueltos. De éstos, el calcio y el magnesio son los más abundantes, por lo que casi siempre la dureza está directamente relacionada con la concentración de éstos dos elementos. (Aznar, 2000)



Figura 9: Dureza

Fuente: (OMS ,2011)

Oxígeno disuelto (OD): Es un parámetro indicativo de la calidad de un agua. El valor máximo de OD es un parámetro muy relacionado con la temperatura del agua y disminuye con ella. La concentración máxima de OD en el intervalo normal de temperaturas es de aproximadamente 9 mg/L, considerándose que cuando la concentración baja de 4 mg/L, el agua no es apta para desarrollar vida en su seno (OMS, 2011).



Figura 10: Oxígeno disuelto

Fuente: (OMS ,2011)

Demanda bioquímica de oxígeno: La Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5 , es una de las pruebas más importantes para medir los efectos contaminantes de un agua residual, pero también es un parámetro de importancia en aguas potables. La DBO_5 es definida como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias, para estabilizar la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias. Por materia biodegradable se entiende o se interpreta como la materia orgánica que sirve como alimento a los microorganismos y que proporciona energía como resultado de su oxidación (OMS, 2011).

Demanda química de oxígeno: Este otro tipo de prueba consiste en determinar la cantidad total de materia orgánica, en términos de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar ésta a dióxido de carbono y agua. Para esto se efectúa la oxidación de dicha materia orgánica utilizando agentes fuertemente oxidantes en un medio ácido, debido a las condiciones tan drásticas empleadas en la oxidación, prácticamente toda la materia orgánica es oxidada a bióxido de carbono y agua (OMS, 2011).

Nitrógeno amoniacal: El amoniaco es uno de los componentes transitorios en el agua puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados. En el agua puede aparecer en forma molecular o como ion amonio, dependiendo del pH, las aguas superficiales no deben contener normalmente amoniaco. En general, la presencia de amoníaco libre o ion amonio es considerado como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. Si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos (FAO, 2012).

Cloruros: Los cloruros son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1. Por lo tanto corresponden al estado de oxidación más bajo de este elemento ya que tiene completada la capa de valencia con ocho electrones. Solubilidad de sales anhidras en agua a temperatura ambiente (20 a 25°C) en g/100g H₂O (Lide, 2009).

b. Parámetros microbiológicos

Coliformes totales: Para evaluar más ampliamente la calidad bacteriológica del agua se determina la presencia o ausencia de organismos coliformes. Los organismos patógenos están dentro del grupo de los coliformes, pero no todos los coliformes son patógenos, por lo que la presencia de coliformes en una muestra de agua no necesariamente indica la presencia de organismos causantes de enfermedad,

sin embargo, para considerar un agua segura para beber o para actividades en las cuales el hombre tiene contacto íntimo con el agua, debe estar libre de organismos coliformes, se determinan por medio de la técnica de número más probable (NMP) y por cuenta en placa en un medio de cultivo que es específico para el crecimiento de bacterias coliformes (ANA ,2012).



Figura 11: Coliformes totales

Fuente: (OMS ,2011)

Coliformes Fecales: se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44 - 45 °C. Incluyen bacterias del género *Escherichia* y también especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, su número en el agua es directamente proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces (OMS, 2011).

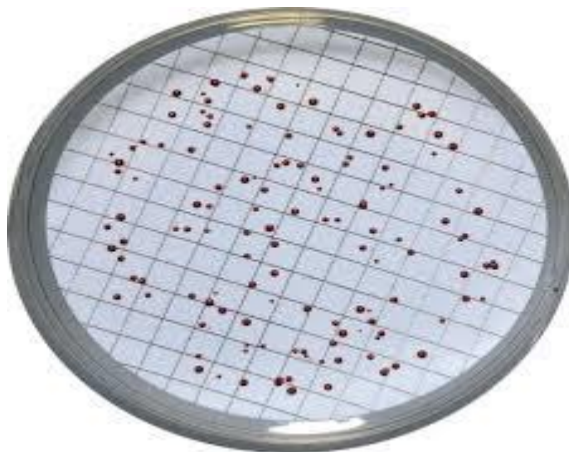


Figura 12: Coliformes fecales

Fuente: (OMS ,2011)

Enterococos Fecales: *Enterococcus faecalis* es una bacteria Gram-positiva comensal, que habita el tracto gastrointestinal de humanos y otros mamíferos. El nivel aceptable de contaminación en las muestras de agua es muy bajo (OMS, 2011).

2.2. 4. Marco legal.

Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

I. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas.

- **Sub Categoría E1: Lagunas y Lagos.**

Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, de origen y estado natural y léntico incluyendo humedales.

- **Sub Categoría E2: Ríos**

- **Sub Categoría E3: Ecosistemas Marino Costeros**

Marino.- Entiéndase como zona del mar comprendida desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

2.2.5. Límites establecidos de los ECAs

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 4				
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasa (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Total	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(uS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4	0,55
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	30

Figura 13: Estándares de calidad ambiental fisicoquímicos.

Fuente: DS N° 015-2015-MINAM.

		pH							
		6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
Temperatura °C	0	231	73,3	23,1	7,32	2,33	0,749	0,25	0,042
	5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	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	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
	20	48,0	15,23	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	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Figura 14: concentración del nitrógeno amoniacal en diferentes pH y temperatura para la protección de la vida acuática (mg NH₃/L).

Fuente: DS N° 015-2015-MINAM.

MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 mL	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

Figura 15: Estándares de calidad ambiental microbiológicos.

Fuente: DS N° 015-2015-MINAM.

2.3. Definición de términos.

Agua ácida: Agua que contiene una cantidad de sustancias ácidas que hacen al pH estar por debajo de 7,0.

Agua contaminada: La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

Coliformes Grupo de bacterias que comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos, no esporulados que producen ácido y gas al fermentar la lactosa.

Contaminación: Se define como la degradación de la calidad del agua como efecto de las actividades humanas. La contaminación del agua es la adición de materia extraña perjudicial que deteriora la calidad del agua, tanto para consumo humana y de animales, vida marina y regadío de tierras.

Contaminación biológica: El agua contaminada puede ser sucia, mal oliente, corrosiva o desagradable al gusto.

Contaminación química: Los compuestos químicos (herbicidas, plaguicidas y fertilizantes) generalmente provenientes de la agricultura, afectan los usos del agua ya sea para uso doméstico, industrial o irrigación.

Erosión: Desgaste o destrucción producida en la superficie de un cuerpo por la fricción continua o violenta de otro. Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el viento la lluvia, el hielo, el oleaje, las variaciones térmicas.

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Eutrofización: Es el enriquecimiento excesivo del agua en determinados nutrientes (Fósforo y Nitrógeno) originando el crecimiento de las algas.

(LDE): El cual se define como la cantidad o concentración mínima de sustancias que pueden ser detectadas con facilidad por un método analítico determinado.

Microcuenca: Son las áreas donde se originan las quebradas individuales que drenan las laderas desde las partes más altas del paisaje.

Monitoreo de agua: Consiste en el análisis y evaluación de los diferentes parámetros que definen la calidad del agua para determinado uso.

NMP/100cc: Es el número más probable de microorganismos coliformes que se pueden encontrar estadísticamente en una muestra de agua de 100 cc.

Parámetros: variable auxiliar que se hace en algunas ecuaciones.

Parámetros de campo: son los que son medidos in- situ de una variable auxiliar que se hace en algunas ecuaciones, que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La presente tesis profesional, basada en la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para medir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua en la microcuenca del Río Grande Cajamarca, 2015. se ejecuto en el caserío Río Grande en el distrito de la Encañada, con la finalidad de identificar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental en la microcuenca desde los meses febrero, marzo y abril en época húmeda hasta los meses de junio, julio y agosto en época seca del 2015.

Los datos fueron analizados y comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA para agua) aprobados por el Ministerio del Ambiente en establecidos en el DS N° 015-2015-MINAM, en función a la clasificación de las categorías la categoría considerada para el análisis de los datos fue la categoría 4.

3.2. Análisis de tablas y gráficos

El presente estudio de la calidad de agua se realizó en el ciclo hidrológico 2015 en la microcuenca Río Grande en el distrito de la Encañada Cajamarca, en época de lluvia y época seca.

El monitoreo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo la Calidad en Cuerpos Naturales de agua Superficial (ANA, 2015).

A. Evaluación de la calidad del agua con los parámetros fisicoquímicos establecidos por los estándares de calidad ambiental (ECAs) para la categoría 4.

Tabla 4: pH en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	pH					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
Húmeda	Febrero	7,5	5	8,1	7,2	4,8
	Marzo	7,8	4,38	8,14	7,2	4,13
	Abril	4,87	4,4	8,51	6,98	4,61
SECA	Junio	7,5	4,4	8,6	7	4,3
	Julio	7,77	4,68	8,77	7,5	8,77
	Agosto	7,4	4	8,29	8,24	8,24

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

(6,5 – 9,0 pH)

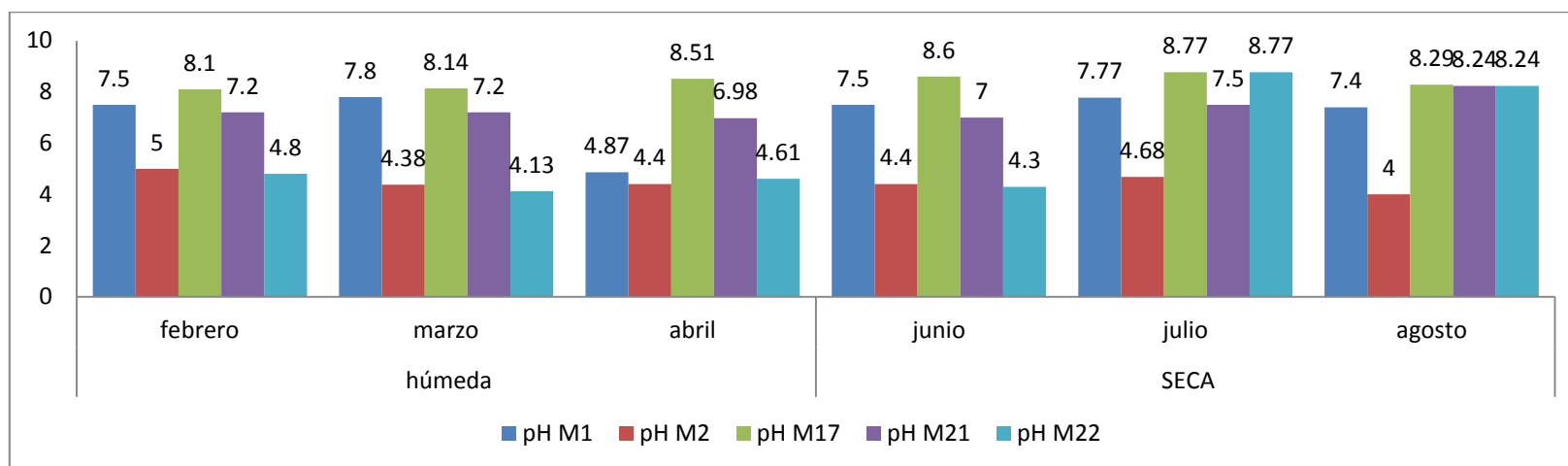


Figura 16: Registro de pH en época húmeda y seca.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

El valor promedio del pH en la Estación M2 y M22 en la época húmeda y seca no cumplen con los ECAs para la categoría 4 (lagunas, lagos y ríos de la costa y sierra), estos valores son ácidos, porque están por debajo de (6,5 - 9.0) de los ECAs y en la Estación M17, M21 y M22 los valores de pH son neutras a alcalinas en época seca y en época húmeda no superar los ECAs de (6,5 - 9.0) para la categoría 4. Los valores del pH se observa en la Figura 16 en época seca y época húmeda en la microcuenca del Río Grande.

Tabla 5: Temperatura en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	TEMPERATURA (°C)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	Febrero	13,18	12,3	14,6	14,2	9
	Marzo	10,9	11,9	14,7	11,3	10,6
	Abril	8,9	8,9	12,8	13,5	10,3
SECA	Junio	10,9	10,6	12,1	10,6	9,4
	Julio	10,9	9,2	10,1	11,1	8,5
	Agosto	11,3	11,21	9,77	12,7	8,3

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

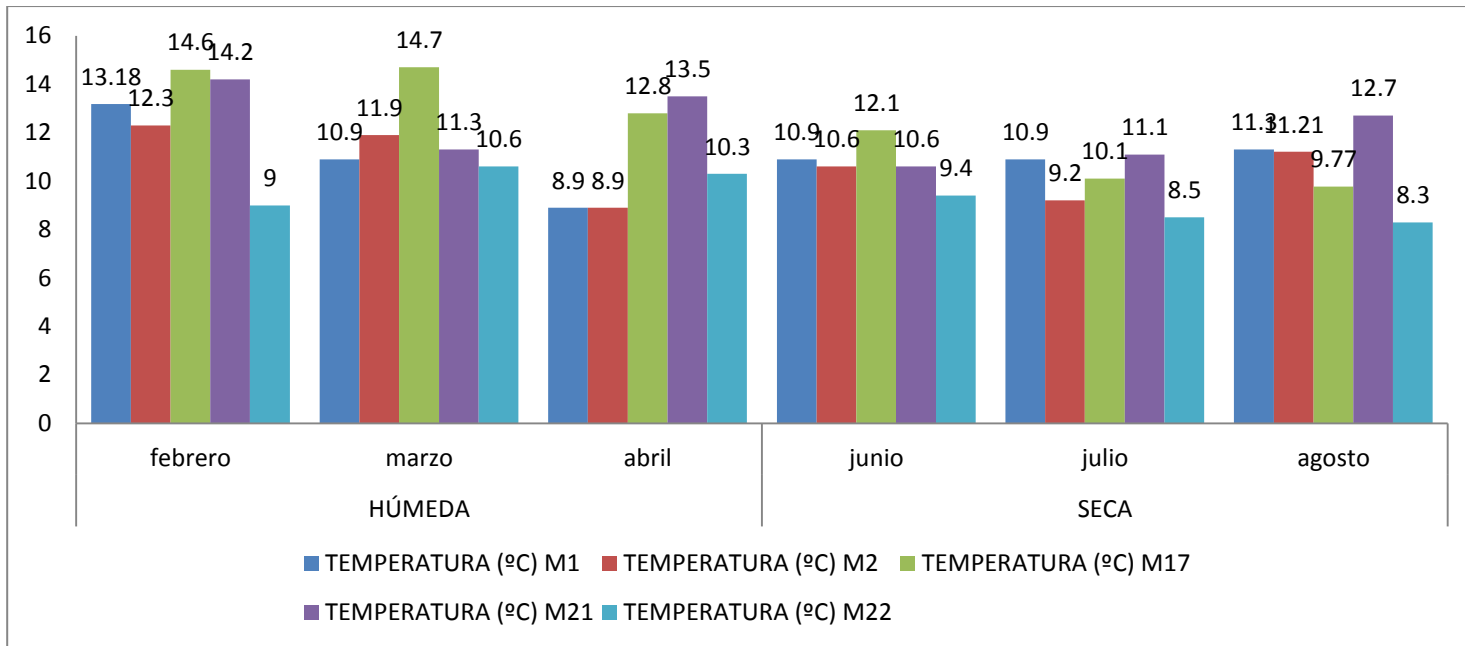


Figura 17: Registro de temperatura en época húmeda y seca.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

El valor promedio de temperatura en el mes de marzo ascendiendo a 14,7 °C en la estación M17 en época húmeda, la temperatura mínima se registros en el mes de agosto con un 8,3 °C en la época seca en la microcuenca del Río Grande .Los valores de temperatura se muestran en la Figura 17 en época seca y húmeda.

Tabla 6: Conductividad en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

EPOCA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	Febrero	30,6	21,6	168,5	239,7	22,6
	Marzo	23	28	155	185	33,7
	Abril	37	21,6	216	166,6	21
SECA	Junio	46	32	234	285	37
	Julio	52,5	25	250	292	31
	Agosto	92	35	127	168	168

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

1000 (uS/cm)

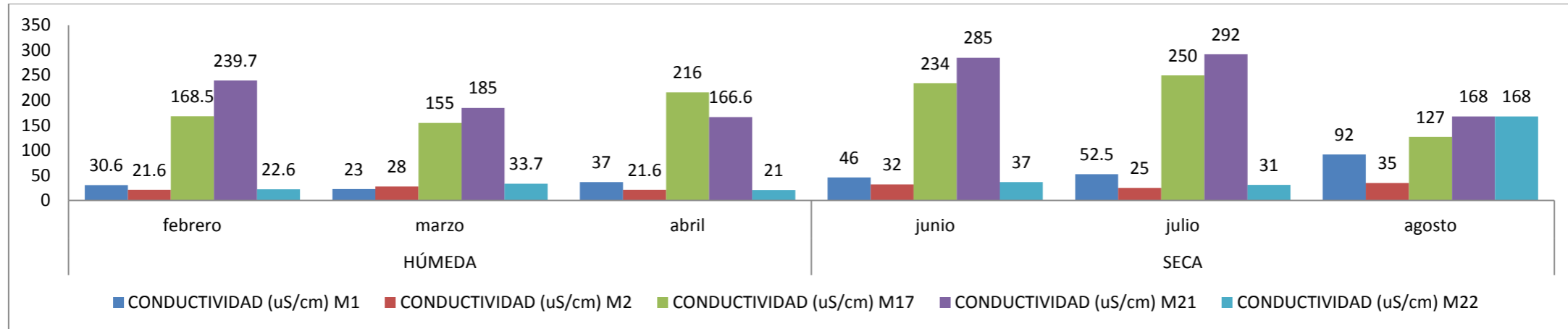


Figura 18: Registro de conductividad en época húmeda y seca.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En las Estaciones M1, M2, M17, M21 y M22 en la época húmeda y seca no sobrepasa los ECAs por estar debajo del límite inferior de (1000 uS/cm), establecido para la categoría 4 (lagunas, lagos y ríos de la costa y sierra), en la microcuenca Río Grande de la conductividad.

Los valores de conductividad se observa en la Figura 18 en época seca y época húmeda de la microcuenca Río Grande.

Tabla 7: Solidos disueltos totales en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	30,6	21,6	168,5	239,7	22,6
	marzo	23	28	155	185	33,7
	abril	37	21,6	216	166,6	21
SECA	junio	46	32	234	285	37
	julio	52,5	25	250	292	31
	agosto	92	35	127	168	168

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

≤ 100 mg/L

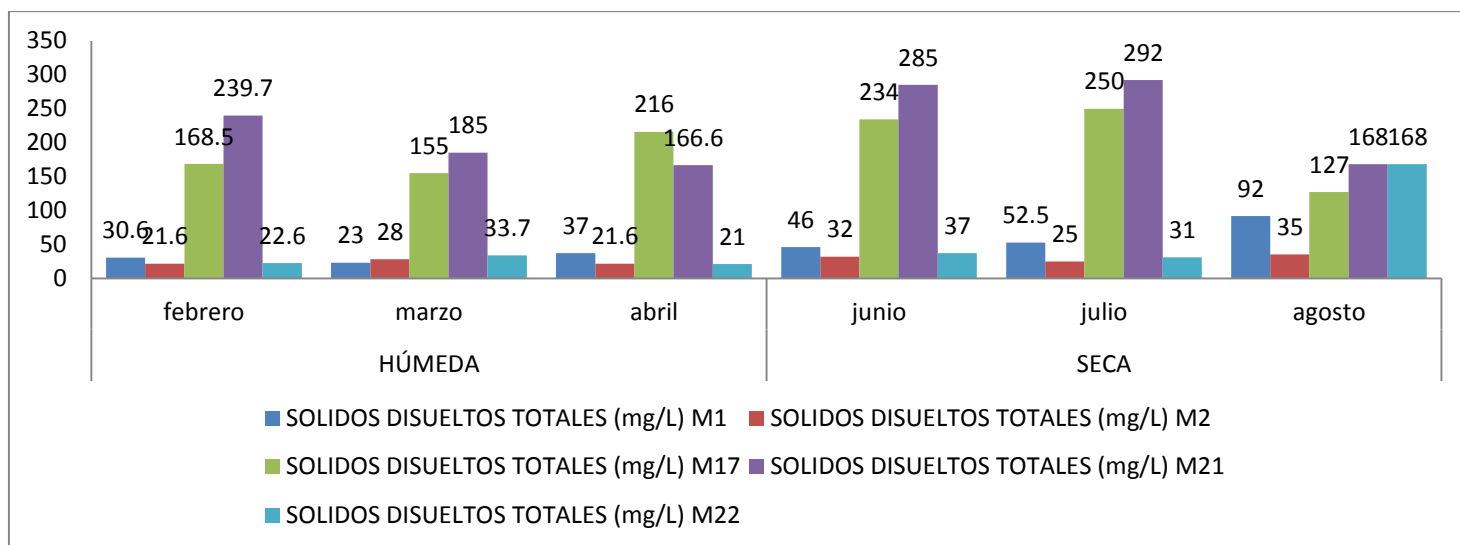


Figura 19: Registro de sólidos disueltos totales en época húmeda y seca.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

El valor promedio máximo de los sólidos disueltos totales en época húmeda es de 239,7 mg/L, en el mes de febrero en la estación M21 y el valor promedio mínimo es de 21,6 mg/L, en el mes de febrero y abril en la estación M2 y en época seca el valor promedio máximo es de 292 mg/L, en el mes de julio en la estación M21 y el valor promedio mínimo es de 25 mg/L en la estación M2. como se observa en la Figura 19.

Tabla 8: Dureza total en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	Dureza total (mgcaO ₃ /L)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	14	4	73	102	6
	marzo	9,7	2	78,89	85,37	2.20
	abril	15,53	4,09	114	97,5	3,4
SECA	junio	22	4	126	145	5
	julio	26,03	2,61	127,4	148,1	4,88
	agosto	58,57	5,87	86,9	122,2	122

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

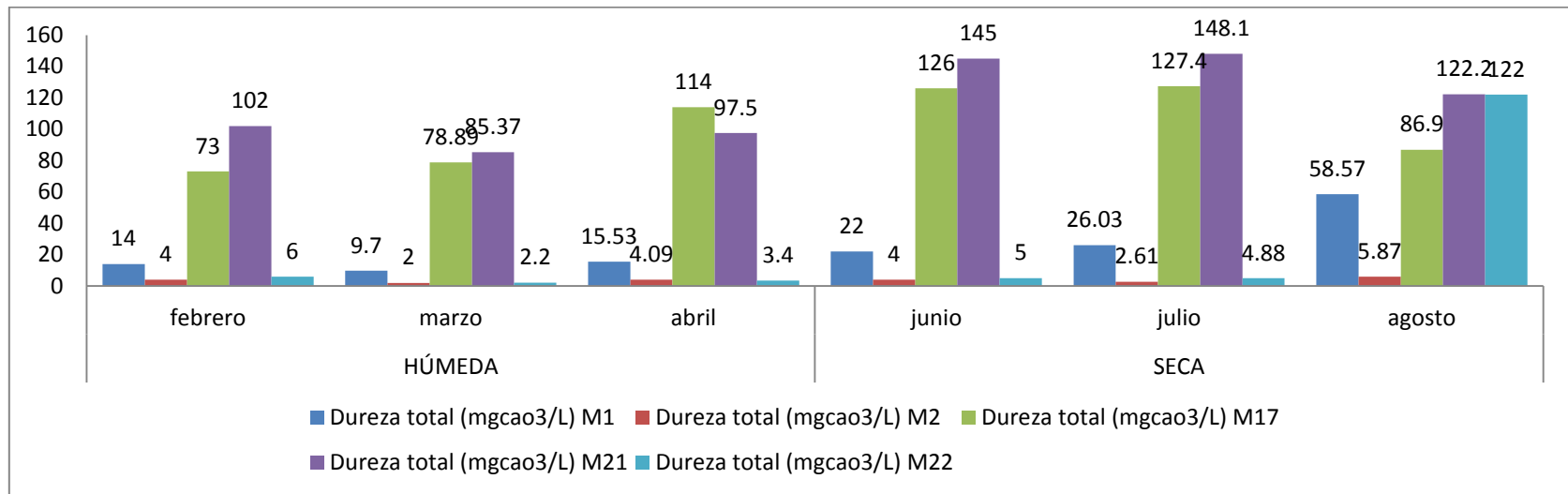


Figura 20: Dureza total.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

El valor promedio de la dureza total del agua en la microcuenca Río Grande se mostraron valores de un mínimo de 2 mgcaO₃/L en el mes de marzo en la estación M2 y con un máximo en el mes abril de 114 mgcaO₃/L la época húmeda y la dureza en época seca con un mínimo de 2,61 mgcaO₃/L el mes de julio y con un máximo 122 mgcaO₃/L en el mes de agosto en la estación M21. Como se observa en la Figura 20 para la época húmeda y seca.

Tabla 9: Alcalinidad total en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	Alcalinidad Total (mgcaO ₃ /L)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	8,4	0,7	77,7	114,4	5,6
	marzo	5,8	0,7	67,7	89	0,7
	abril	12	0,7	106,9	83,8	4,1
SECA	junio	15,5	0,7	113,8	144,5	7
	julio	19,3	0,7	66	143,8	0,7
	agosto	53,2	0,7	118,2	108,5	30,7

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

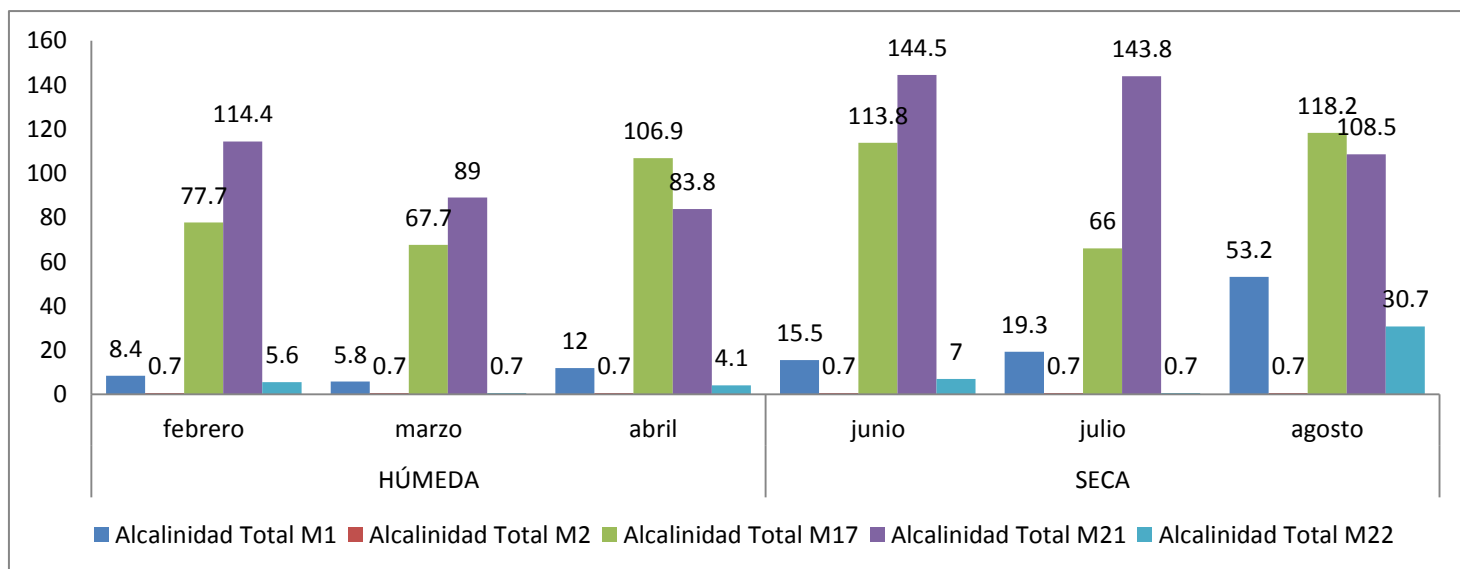


Figura 21: Alcalinidad total
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la época húmeda hay mayor alcalinidad total en el mes de febrero con un valor máximo de 114 mgcaO₃/L en la estación M21 y menor alcalinidad en los meses de febrero, marzo y abril con un 0,7 mgcaO₃/L y la época seca en el mes de agosto con un valor máximo de 118,2 mgcaO₃/L en la estación M17 tienen mayor alcalinidad total y menor alcalinidad total en el mes de junio con un 0,7 mgcaO₃/L en la microcuenca Río Grande. El valor de la alcalinidad total se observa en la Figura 21 para la época húmeda y seca.

Tabla 10: Oxígeno disuelto en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	Oxígeno Disuelto (mg/L)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	4	3,6	3,9	4,2	3,8
	marzo	7,3	6,8	7,2	7	6,5
	abril	7,29	6,77	6,21	7,65	7
SECA	junio	4,2	3,9	4,4	4,6	4,5
	julio	7,5	7,1	7,7	8,8	6,5
	agosto	5,6	5,6	6,9	6,4	5,8

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Estándar de calidad ambiental
(≥ 5 mg/L)

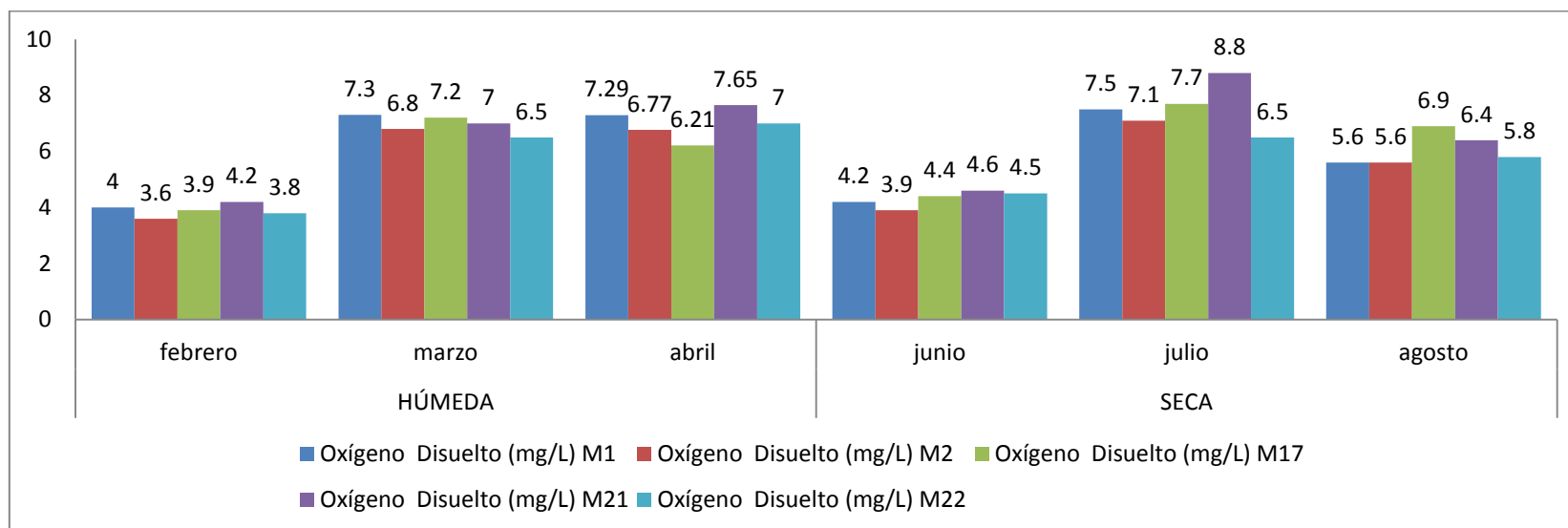


Figura 22: Oxígeno disuelto

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Según la Figura 22, el oxígeno disuelto en el agua de la microcuenca del Río Grande el valor máximo es de en la estación M21 es de 7,67 mg/L en el mes de abril está por encima de la categoría 4 (lagunas, lagos y ríos de la costa y sierra) es de (≥ 5 mg/L) su límite establecido en la época húmeda. En época seca el valor máximo en el mes de julio es de 8,8 mg/L por encima de la categoría 4 de su valor límite e indica buenos niveles de aireación en época húmeda y seca.

Tabla 11: Cloruros en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	CLORUROS (mg/L)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HUMEDA	febrero	0,08	0,03	0,08	0,18	0,29
	marzo	0,025	0,02	0,085	0,245	0,02
	abril	0,077	0,04	0,032	0,194	0,19
SECA	junio	0,06	0,02	0,17	0,48	0,02
	julio	0,006	0,02	0,176	0,57	0,03
	agosto	0,42	0,05	0,311	0,587	0,24

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

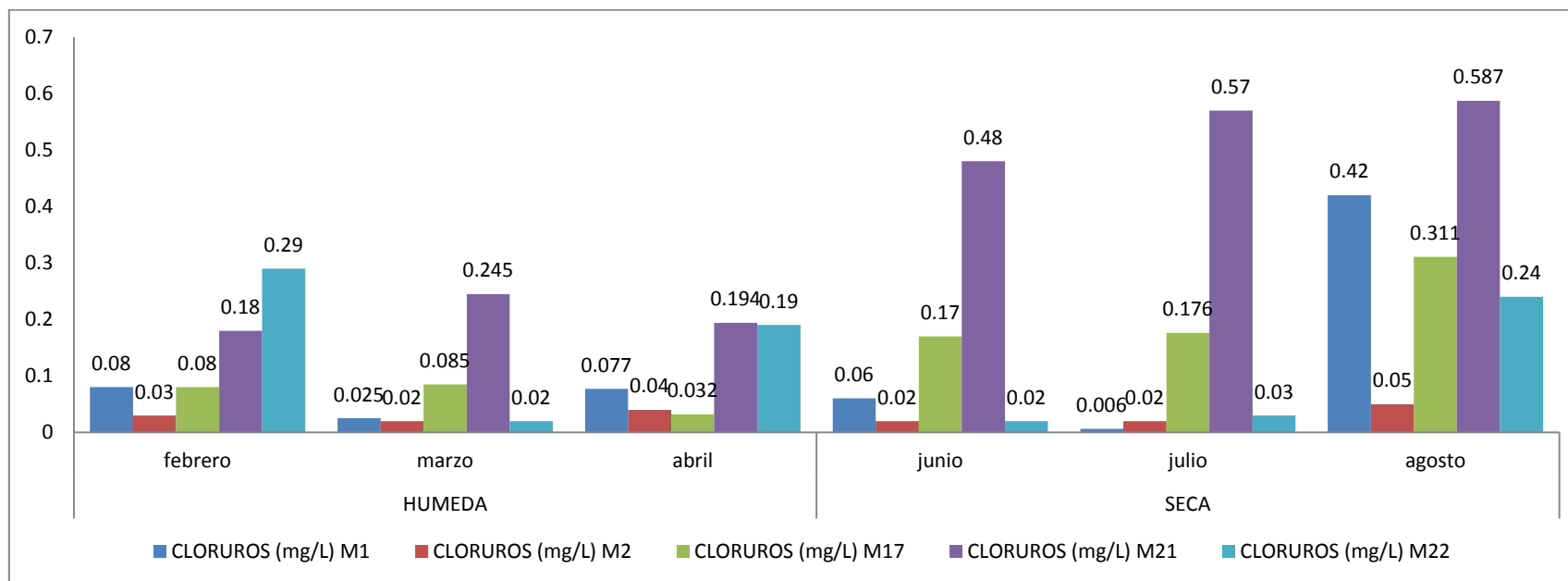


Figura 23: Cloruros

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 23, el valor máximo del cloruro en el agua de la microcuenca del Río Grande en la época húmeda es de 0,29 mg/L en el mes de febrero en la estación M22 y el valor mínimo en el mes de marzo 0,02 mg/L en la estación M2 y en la época seca el valor máximo en el mes de agosto con 0,587 mg/L en la estación M21 y el valor mínimo en los meses de junio y julio con un 0,02 mg/L, no se sobrepasa la categoría 4 (lagunas, lagos y ríos de la costa y sierra), establecidos por los estándares calidad ambiental.

Tabla 12: Nitrógeno total en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA		Nitrógeno Total (mgN/L)				
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	0,38	0,08	0,18	0,65	0,26
	marzo	0,298	0,03	0,19	0,364	0,081
	abril	0,279	0,21	0,386	0,427	0,157
SECA	junio	0,57	0,46	0,29	0,26	0,75
	julio	0,179	0,11	0,246	0,098	0,063
	agosto	0,1746	0,09	0,135	0,382	0,198

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

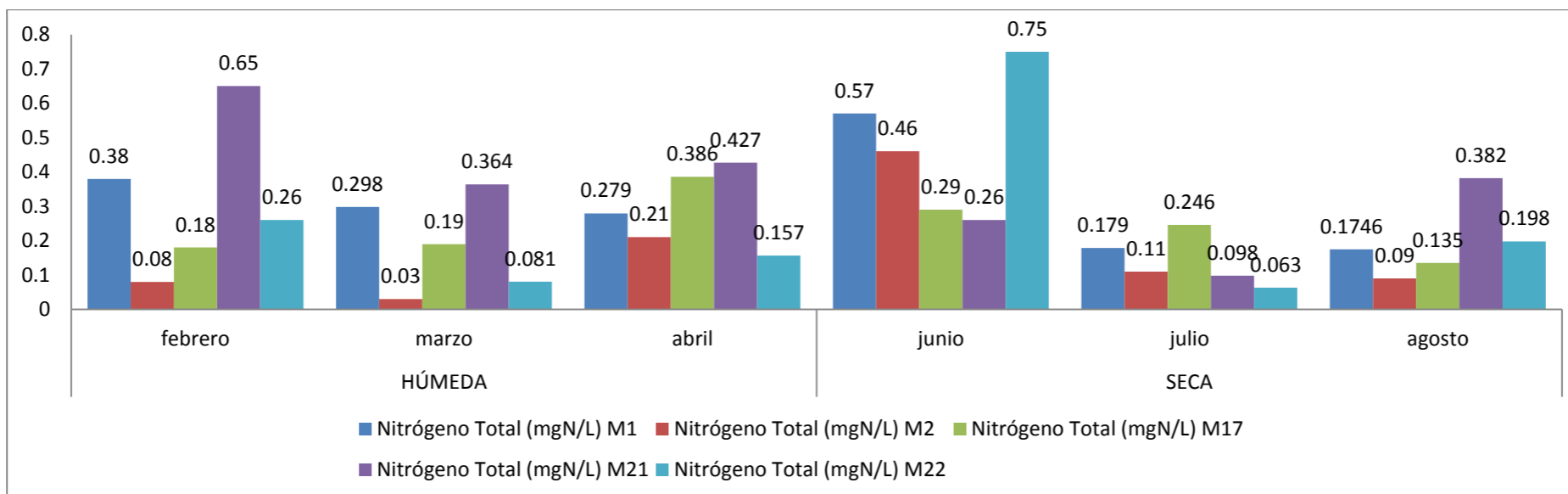


Figura 24: Nitrógeno total

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 24, el valor máximo del nitrógeno total en el agua de la microcuenca del Río Grande es de de 0,65 mgN/L en el mes de febrero en la estación M21 en la época húmeda supera los ECAs establecidos de la categoría 4, el valor máximo es de (0,315 mgN/L) y en la época seca en el mes de junio es de 0,75 mgN/L en la estación M22 de nitrógeno total, de igual forma supera los ECAs para la categoría 4.

Tabla 13: Nitrógeno amoniacal en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	Nitrógeno Amoniacal (mgN/L)					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	0,004	0,001	0,03	0,41	0,12
	marzo	0,004	0,004	0,004	0,031	0,004
	abril	0,037	0,039	0,004	0,004	0,004
SECA	junio	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	julio	0,038	0,036	0,046	0,031	0,004
	agosto	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Estándar de calidad ambiental
(0,02 mgN/L)

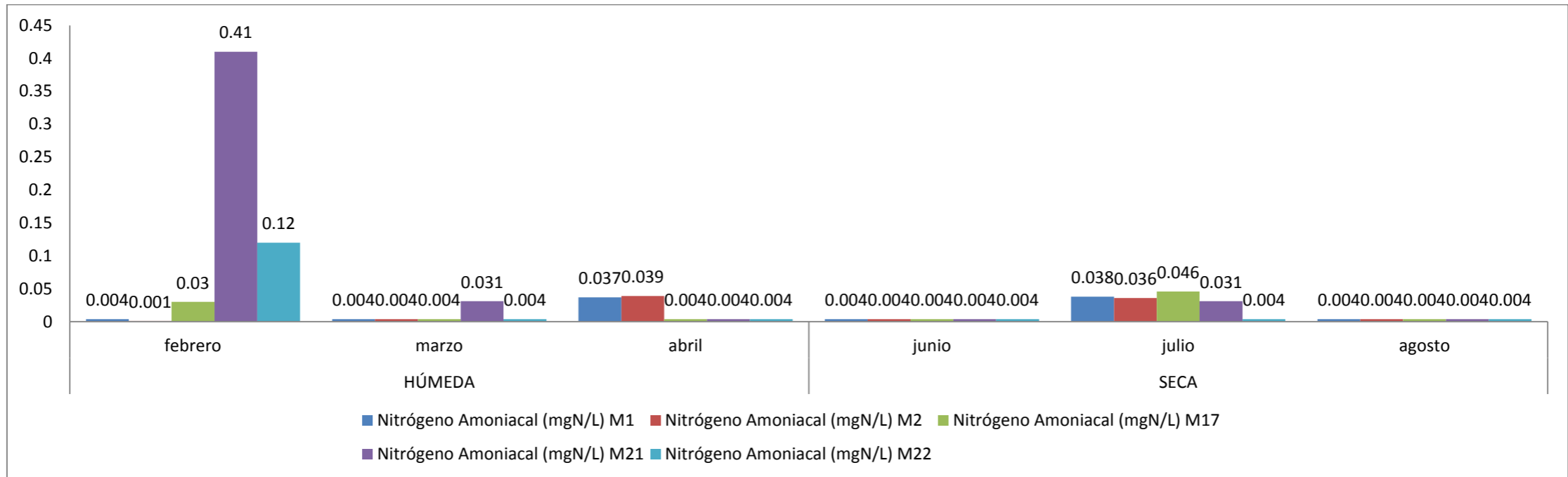


Figura 25: Nitrógeno amoniacal.
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 25, el nitrógeno amoniacal (NH_3) en el agua de la microcuenca del Río Grande en época húmeda en el mes de febrero el valor máximo fue de 0,41 mgN/L en la estación M21 y en época seca el valor máximo en el mes de julio con 0,046 mgN/L, de acuerdo a estos valores se supera la categoría 4 para ríos de costa y sierra establecidos por los límites de calidad ambiental ECAs es de (0,02 mgN/L) de la microcuenca del Río grande .

Tabla 14: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) mg/L					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	2	2	2	2	2
	marzo	2	2	2	2	2
	abril	2	2	2	2	2
SECA	junio	2	2	2	2	2
	julio	2	2	2	2	2
	agosto	2	2	2	2,3	2,1

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Estándar de calidad ambiental
(10 mg/L)

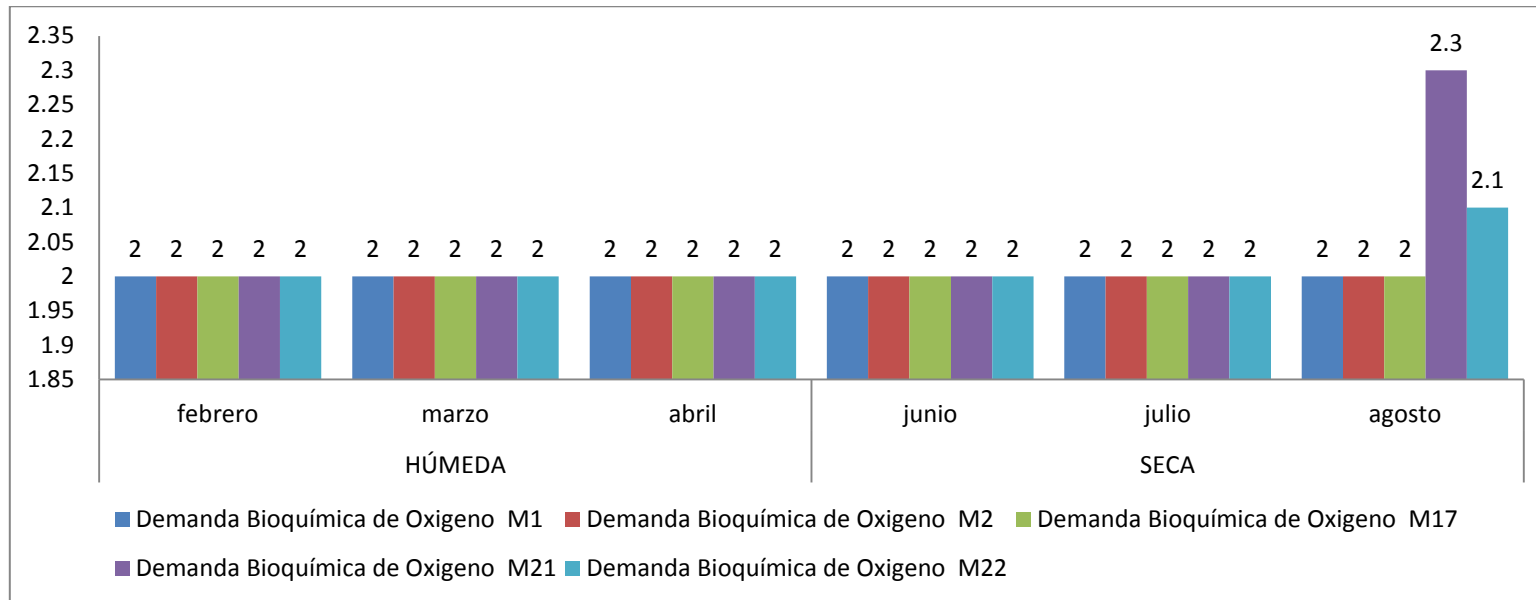


Figura 26: DBO₅
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 26, el valor del (DBO₅) en el agua de la microcuenca del Río Grande ninguno de los meses de época húmeda y época seca no excedió los límites (10 mg/L), establecidos por los ECAs para la categoría 4 ríos de costa y sierra.

Tabla 15: Demanda Química de Oxígeno en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	2	2	2	2	2
	marzo	2	2	13	8	10
	abril	2	2	2	2	2
SECA	junio	2	2	2	2	2
	julio	5	2	8	2	12
	agosto	2	2	2	14	4

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

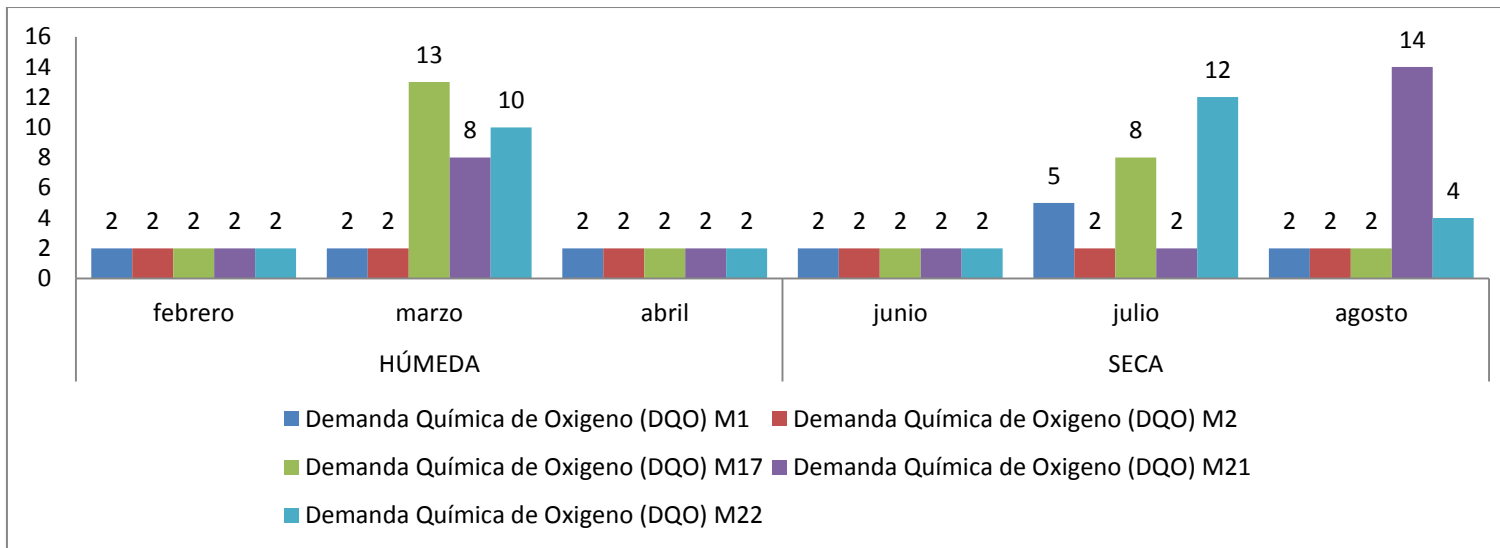


Figura 27: DQO
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 27, el valor máximo de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en la estación M22, es de 13 mg/L en el mes de marzo perteneciente a la época húmeda y el valor máximo en época seca en el mes de agosto es de 14 mg/L en la estación M21 en la microcuenca del Río Grande.

B. Evaluación de la calidad del agua con los parámetros microbiológicos establecidos por los estándares de calidad ambiental ECAs para la categoría 4.

Tabla 16: Coliformes totales en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

ÉPOCA	COLIFORMES TOTALES NMP/mL					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	79	23	110	790	15
	marzo	7	17	350	920	11
	abril	70	13	540	350	7
SECA	junio	700	1300	4900	490	5
	julio	8	1600	2400	920	17
	agosto	110	2	130	350	13

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Estándar de calidad ambiental
3, 000 NMP/mL

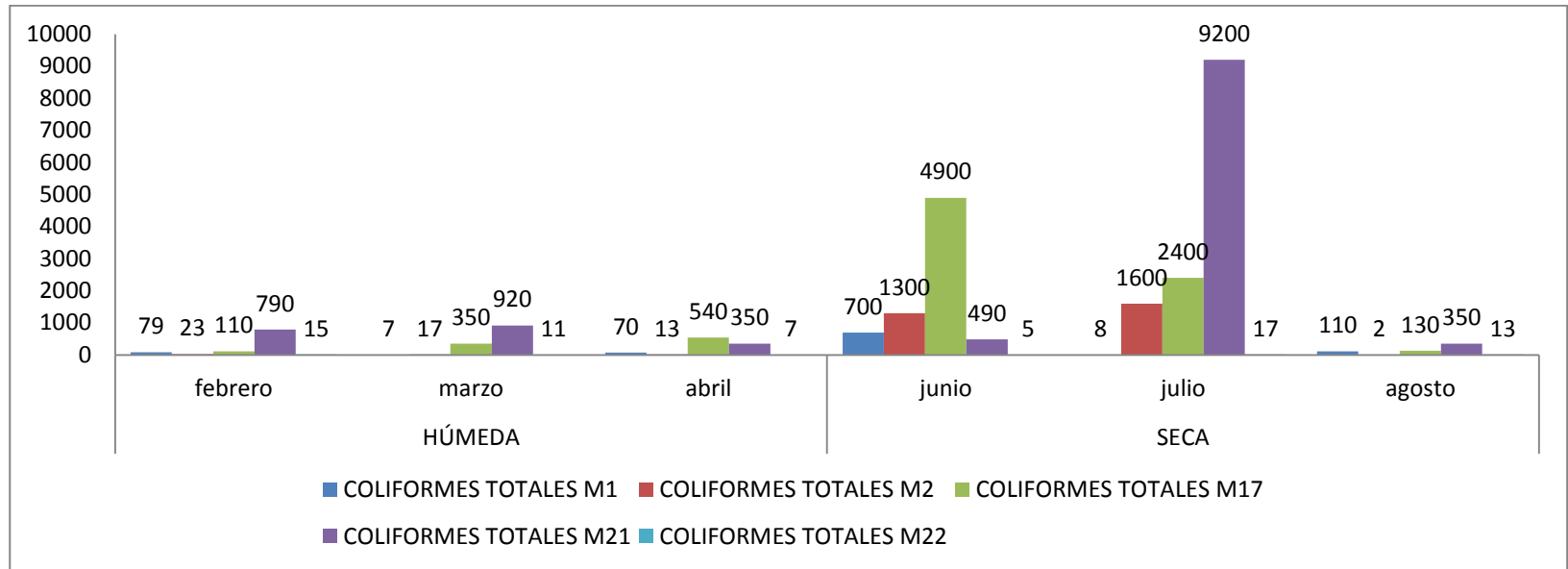


Figura 28: Coliformes totales
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 28, el valor máximo de coliformes totales durante la época húmeda es de 940 NMP/100mL en el mes de febrero en la estación M21, no se sobrepasa los límites establecidos por los ECAs para agua en la categoría 4. En la época seca en el mes de julio fue de 9200 NMP/100mL sobrepasa los límites establecidos por los ECAs para la categoría 4 (lagunas, lagos y ríos de la costa y sierra).

Tabla 17: Coliformes fecales en la época húmeda y seca en cada uno de los puntos de muestreos en la microcuenca Río Grande.

COLIFORMES FECALES NMP/mL						
Época	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	2	2	33	79	2
	marzo	2	2	23	79	1,8
	abril	1,88	1,8	49	33	1,8
SECA	junio	13	2	35	140	2
	julio	8	2	45	170	1,8
	agosto	23	1,8	49	33	1,8

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Estándar de calidad ambiental
2, 000 NMP/mL

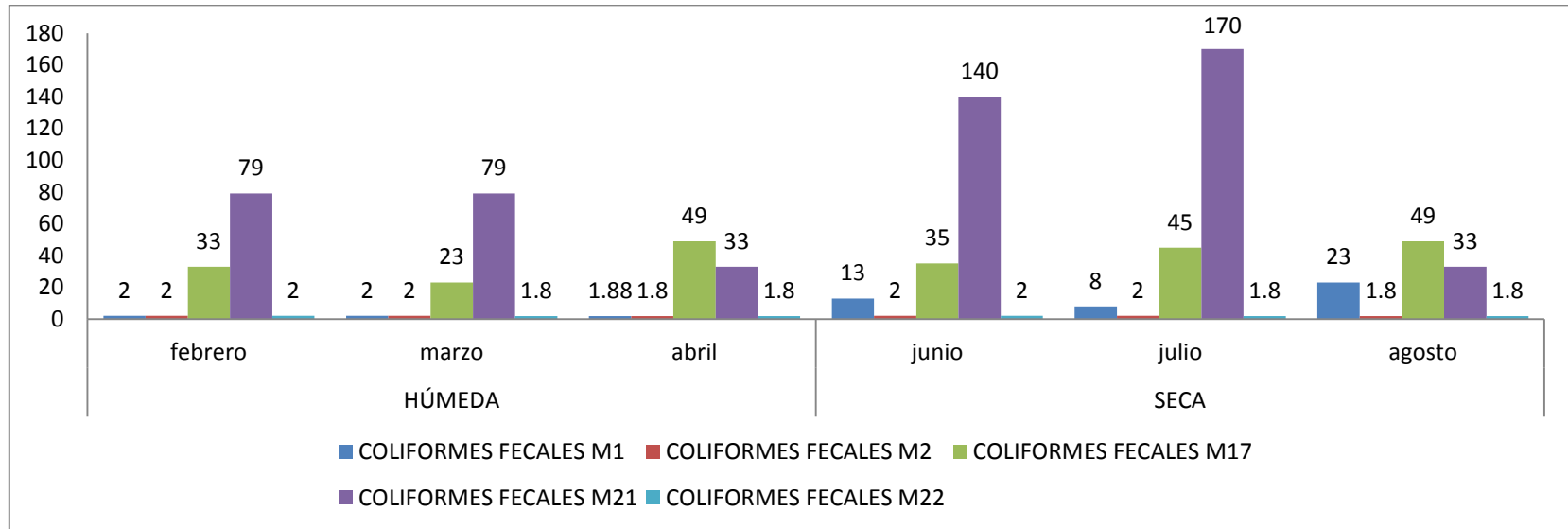


Figura 29: Coliformes fecales
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 29, el promedio de coliformes fecales en el agua de la microcuenca del Río Grande es de 79 NMP/100mL en el mes de febrero y marzo en época húmeda en la estación M21 y en época seca el valor máximo es de 170 NMP/100mL en el mes de julio en la estación M21, ninguna de las épocas excedió alguno de los límites establecidos por los ECAs, para la categoría 4 (lagunas, lagos y ríos de la costa y sierra).

Tabla 18: Enterococos fecales en la época húmeda y seca.

ÉPOCA	ENTEROCOCOS FECALES NMP/mL					
	MESES	M1	M2	M17	M21	M22
HÚMEDA	febrero	1,2	2	8	5	Nd
	marzo	7	2	13	70	Nd
	abril	1,8	1,8	1,8	1,8	Nd
SECA	junio	8	2	15	1,8	Nd
	julio	1,8	1,8	21	17	Nd
	agosto	1,8	1,8	1,8	1,8	Nd

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

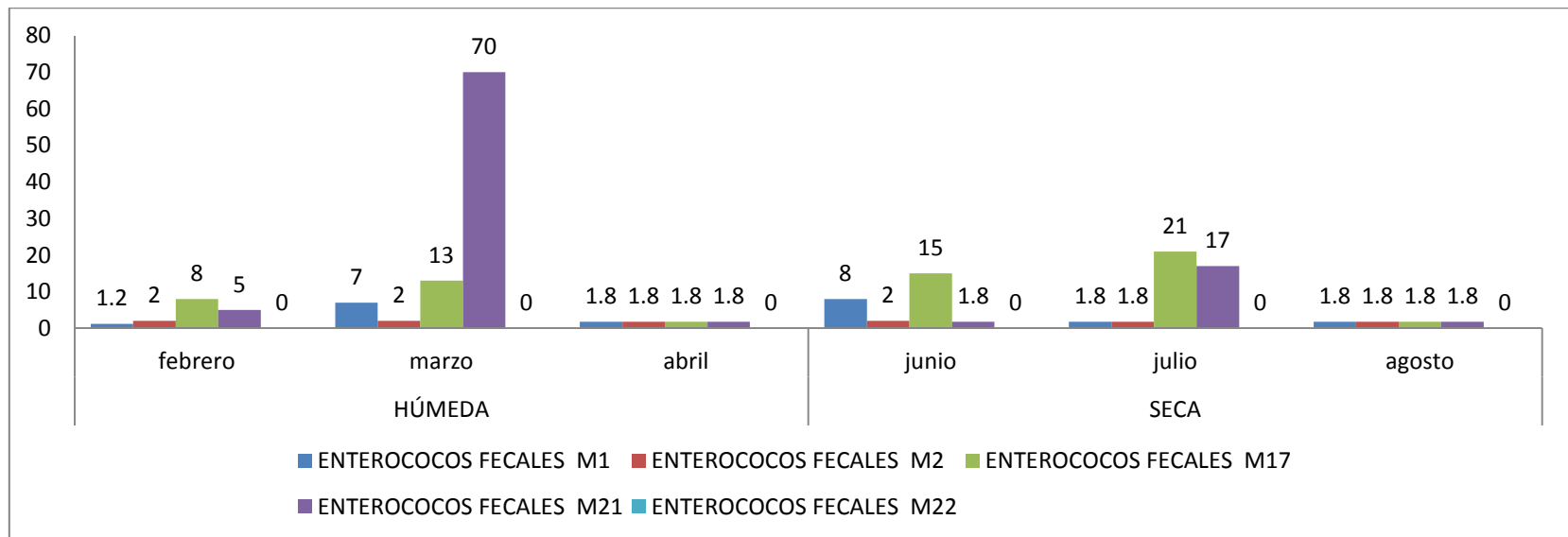


Figura 30: Enterococos fecales

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Figura 30, el promedio de Enterococos Fecales en el agua de la microcuenca del Río Grande es de 70 NMP/100mL en el mes de marzo excedió los límites establecidos por los ECAs para la categoría 3 (riego de vegetales y debida de animales) en época húmeda en la estación M21 y en época seca es de 21 NMP/100mL en el mes de julio en la estación M17, no excedió los límites establecidos por los ECAs, para la categoría 4 (lagunas, lagos y ríos de la costa y sierra) en la microcuenca del Río Grande.

CONCLUSIONES

Se determinó en los parámetros fisicoquímicos la presencia en época húmeda y seca de un pH que se presentó por debajo del límite inferior de los ECAs para la categoría 4 para agua en dos puntos (M2 y M22), de las cuales una fue tomada de la laguna Mamacocha (M22), mientras que en dos muestra tomada en el Río Grande (M21) y quebrada Hierva Buena (M17), el pH se encontró sobre el límite superior de los ECA para la categoría 4 y el nitrógeno amoniacal supera la categoría 4 de los ECAs en dos puntos de la época húmeda (M17, M2) y cuatro puntos (M17, M21, M1 y M22) en la época seca .

Se determinó en los parámetros microbiológico la presencia de coliformes totales excedieron los límites establecidos por los ECAs para la categoría 4 en un punto (M17), en época seca, los enterococos fecales sobrepasan los ECAs en la estación (M17) en la época seca y no se presentaron valores detectables de DBO_5 en la época húmeda.

Se concluye que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la microcuenca del Río Grande, se determinó que no es adecuada la calidad del agua para la categoría 4.

RECOMENDACIONES

Hacer conciencia a la población del caserío rio Grande sobre la calidad del agua que se está generando dentro de la microcuenca y las posibles consecuencias que esto podría significarles a la población a corto, mediano y largo plazo.

Se debe mejorar la protección alrededor de los manantiales con especies de árboles nativos que actúen de zona “Quinual” de los desechos y evitar que estos tengan contacto con el agua para consumo del caserío y la destinada para riego de los cultivos, también se deben implementar prácticas de conservación de suelos que permitan mantener la productividad de estos más a largo plazo y a la vez disminuir la carga de sedimentos y contaminantes depositados dentro del cauce de la quebrada.

Se le recomienda que la población no tener letrinas a orillas del río, no arrojar desechos a las quebradas, lagunas, manantiales y ríos.

Realizar investigaciones adicionales de las aguas superficiales del río Grande para obtener comparaciones con otras épocas o condiciones del año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. (2012). Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos. Recuperado en: www.ana.gob.pe.25may2015.

ANA. (2015). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Lima .Perú.

ANA. (2014). Informe técnico N° 038-2014-ANA-AAA.M-SDGCRH monitoreo participativo de la calidad del agua cuenca Crisnejas. Cajamarca. Perú.

Brooks, K., Gregersen, H., y Thames, J. (2010).Hydrology and the management of watershed, Iowa, USA. 392p.

Barreiro, R. (2013).el agua y la ganadería. Recuperado en www.twitter.com/58oreste.30 de junio 2015.

Covarrubias, P. (2012). Estudio de la calidad del agua en la cuenca río “Grande” zona de influencia directa del proyecto minero “El Galeno”. Tesis Ing. Minas .Universidad Alas Peruanas. Cajamarca- Perú.

FAO. (2012). Seguridad alimentaria bajo condiciones de escasez de agua en la agricultura. Recuperado en: www.FAO.gob.pe.15 de mayo.2015.

Fauatino, J. (2012). Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y aguas CATIE, Turrialba. 60p.

Gallego, M. (2000). El agua, vehículo de contaminación. Recuperado: [www.bdad.com/nº 01 /agua.htm](http://www.bdad.com/nº01/agua.htm)./medio Ambiente y salud en el Istmo Centroamérica.

García, A., Haza, A.I. y Morales, P. (2011). N- nitrosopiperidina y N-nitrosodibutilamina (I): Formación, exposición humana y metabolismo. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 5(1):27-47.

García, G. (2002). ciencias de la tierra y del medio ambiente. Contaminación del agua. Recuperado de: [www1/ceit.es/ ecología/ Hipertexto/00General/IndiceGral.html](http://www1.ceit.es/ecología/Hipertexto/00General/IndiceGral.html).

Lezama, R. (2014). Estudio de la calidad del agua del río Hualgayoc, En la zona de influencia del pasivo ambiental minero El Dorado. Tesis Ing. Ambiental, Distrito Y Provincia De Hualgayoc. Universidad Alas Cajamarca- Perú.

LEXUS. (2012). Diccionario estudiantil. Enciclopedia temática estudiantil. Santa Fe de Bogotá. Colombia. 120p.

Lide, D (3 de junio de 2009). CRC Handbook of Chemistry and Physics. Boca Raton, CRC Press/Taylor and Francis (90 edición). pp. 4-43 de 2804.

Llanos, J. (2014). Estudio de la disponibilidad hídrica de la microcuenca quebrada Yanacocha, Encañada Cajamarca-Perú. *Tesis Ing. Geólogo*. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca –Perú.

Marchend, E. (2002). “Microorganismos indicadores de la calidad del agua para consumo humano en Lima Metropolitana” Tesis de Biólogo. Universidad Mayor de San Marcos. Lima –Perú.

MWH Perú S.A. (2011). Tercera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semdetallado del Proyecto de Exploración Minera “El Galeno” 2011 Ampliación del Campamento.

Ministerio del Ambiente (2012). glosario de términos para la gestión ambiental peruana. Dirección general de políticas, normas e instrumentos de gestión ambiental. Viceministerio de gestión ambiental. Lima – Perú.

Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. (19 de diciembre del 2015).el peruano .estandares de calidad ambiental, pp.6-11.

OLIVA, C. (2012). Estudio de la calidad del agua en la microcuenca “Chanche” zona de influencia directa del proyecto minero “El Galeno”. Tesis Ing. Minas. Universidad Alas Peruanas. Cajamarca-Perú.

Ongley, E. (2015). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estudio FAO Riego y Drenaje. Roma, Italia. Pp, 55.*

Oral., Boyacioglu, H, y Pakistan, M. (2012). *An Assessment of sediment quality at the streams flowing into Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. Journal of Biological Sciences 10(10):1738- 1742.*

Organización Mundial de la Salud. (25 de setiembre 2011). *El peruano. P.7.*

OPS (Organización Panamericana De La Salud, US). 2004. *salud y agua. Recuperado en www.com OPS. 17 de febrero del 2016.*

Sagardoy, J. (2015). *Irrigation management transfer, selected paper. FAO. Roma. it 499p.*

Sampieri, Roberto y otros. *Metodología de la investigación .4ªedi. Ed. mac Graw-Hill/Interamericana, 2006, 850 pp.*

Sierra, C. (2011). *caliudad del agua evaluacion y diagnostico. 1ra ediccion Colombia.*

Ramakrishna, B. (2011). *Estrategia de Extensiòn para el manejo integrado de Cuencas Hidrograficas: Conceptos y Experiencias: Instituto Intedramericano de Cooperaciòn para la Agricultura (IICA). Serie investigaciòn y educaciòn en desarrollo sostenibles. San Josè, CR. 338P.*

Reynolds, J. (2011). *Manejo integrado de aguas subterranas. Un reto para el futuro. Editorial Universidad Estatal a Distancia San Jose. CR. 348p.*

*Randulovich, R. (2011). Sostenibilidad en el uso del agua en America Latina
Revista Forestal Centroamericana 18:15-20.*

*Rusell, D. (2012). Tratamiento de aguas residuales en un enfoque
practico. Global environmental operations. españa. 2070p*

*Vidal, M., López, A., Santoalla, M., Valles, V. (2000). Factor analyses for the
water resources contamination due to the use the livestock slurries as
fertilizers Agricultural water management. 45p.*

*Zhen, B. (2009). " Calidad físico- química y bacteriológica del agua para
consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria" (Tesis
de maestría) .Universidad Estatal a Distancia, Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales. Costa Rica.*

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Tabla 19: evaluación de la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua, categoría 4, en la microcuenca del Río Grande, Encañada – Cajamarca, 2015.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA
<p>Principal: ¿Cuál es la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua en la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015?</p>	<p>Objetivo general. Evaluar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua, categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.</p>	<p>Hipótesis General. • La calidad del agua no cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua, categoría 4 en la microcuenca del Río Grande caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.</p>	<p>Variable independiente: La calidad del agua.</p>	<p>Se entiende por calidad del agua a la que cumple con las características físico- químicas óptimas.</p>	<p>fisicoquímicas</p>	<p>pH, temperatura, dureza total, conductividad, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, alcalinidad total, oxígeno disuelto, cloruros, sólidos disueltos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno.</p>	<p>observación de campo</p>
<p>secundarios: ¿Cuál es la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros fisicoquímicos establecidos en la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015?</p> <p>¿Cuál es la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros microbiológicos establecidos en la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015?</p>	<p>Objetivos específicos. Determinar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros fisicoquímicos establecidos para el agua, categoría 4 en la microcuenca del río Grande, caserío Río Grande - Cajamarca 2015.</p> <p>Determinar la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental para el agua con los parámetros microbiológicos establecidos para el agua, categoría 4 en la microcuenca del río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.</p>	<p>Hipótesis Secundarias. La calidad del agua no cumple con los parámetros fisicoquímicos establecidos para la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015. • La calidad del agua no cumple con los parámetros microbiológicos establecidos para la categoría 4 en la microcuenca del Río Grande, caserío Río Grande – Cajamarca, 2015.</p>	<p>Variable dependiente: estándares de calidad ambiental para el agua, categoría 4.</p>	<p>Como la medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente.</p>	<p>microbiológicas</p> <p>características</p>	<p>Coliformes fecales, enterococos fecales y coliformes totales.</p> <p>físicas, químicas y microbiológicas</p>	<p>De laboratorio, medición de parámetros físicos, químicos y biológicos</p>

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 2. formato de recoleccion de muestras de agua.

FORMATO DE RECOLECCION DE MUESTRAS DE AGUA

PROYECTO: FECHA:

PERSONAL DE CAMPO: HORA:.....

DESCRIPCION DEL SITIO:

LOCALIZACION DEL SITIO:

NÚMERO DE ESTACION: ELEVACION:

COORDENADAS GPS: NORTE: ESTE:.....

DESCRIPCION DE CAMPO:

Número de Identificación de Muestra:

Tipo de Agua:

Características del agua (color, olor, apariencia):.....

Método de colección:

¿La muestra ha sido filtrada? SI NO

¿ El equipo de campo ha sido calibrado? SI NO

MEDICION DE CAMPO:

Parámetros	valor	Unidad de Medida
Conductividad Especifica		
Oxígeno Disuelto		
pH		
Turbidez		
Temperatura del Agua		
Salinidad		
caudal		

Fuente: MWH Perú S.A.2015.

Anexo 3. Plano hidrológico de la microcuenca Río Grande.

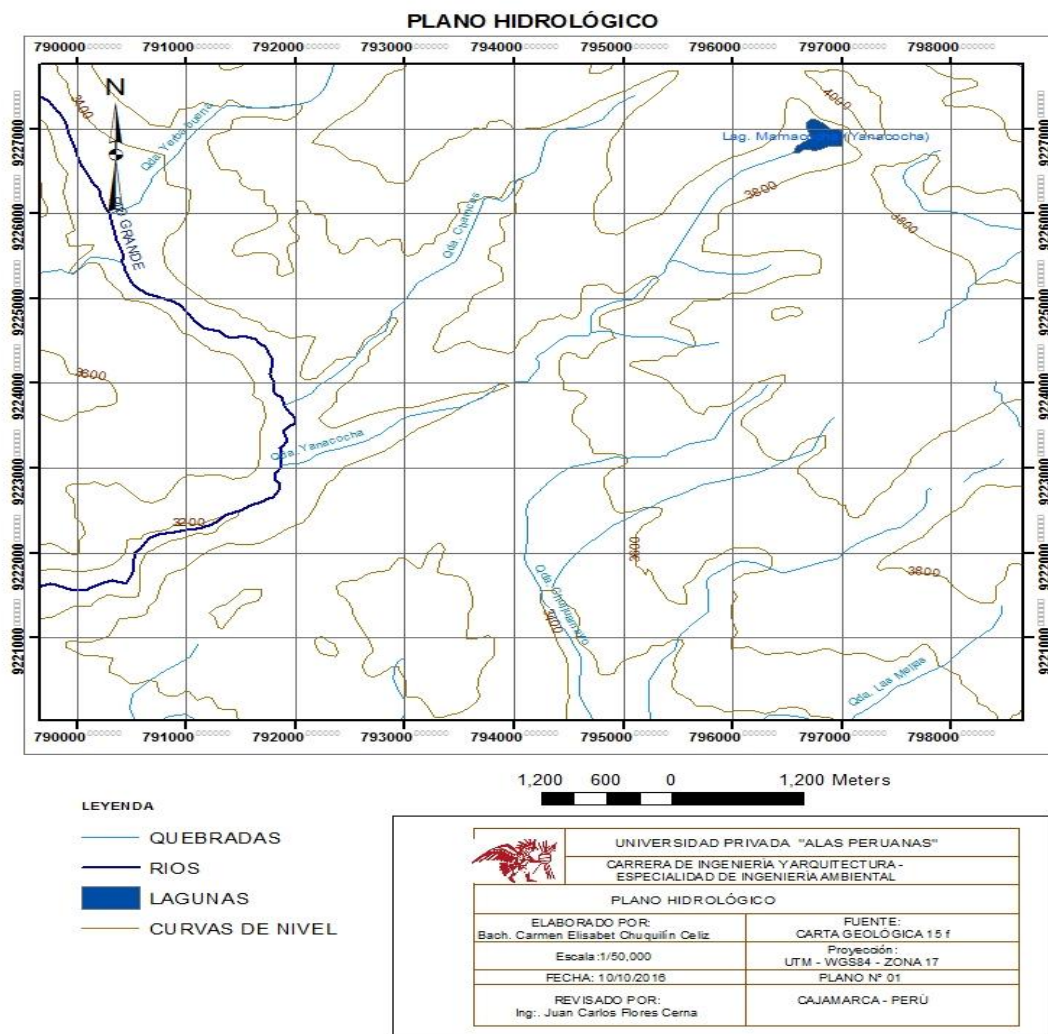


Figura 31: Plano hidrológico de la microcuenca Río Grande.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 4. Resultados del mes febrero.

		ESTACIONES					
	PARÁMETROS	M1	M2	M17	M21	M22	
	Fisicoquímicos	pH	7,5	5	8,1	7,2	4,8
Temperatura		13,18	12,3	14,6	14,2	9	
Conductividad		30,6	21,6	168,5	239,7	22,6	
Solidos Disueltos Totales (mg/L)		30,6	21,6	168,5	239,7	22,6	
Dureza Total (mgcao ₃ /L)		14	4	73	102	6	
Alcalinidad Total (mgcao ₃ /L)		8,4	0,7	77,7	114,4	5,6	
Oxígeno Disuelto (mg/L)		4	3,6	3,9	45,2	3,8	
Cloruros (mg/L)		0,08	0,03	0,08	0,18	0,29	
Nitrógeno Total (mgN/L)		0,38	0,08	0,18	0,65	0,26	
Nitrógeno Amoniacal (mgN/L)		0,004	0,001	0,03	0,41	0,12	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L		2	2	2	2	2	
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L		2	2	2	2	2	
Microbiológicos		Coliformes Totales NMP/mL	79	23	110	790	15
		COLIFORMES FECALES NMP/mL	2	2	33	79	2
	Enterococos fecales NMP/mL	1,2	2	8	5	nd	

Figura 32: Resultados del mes de febrero

Fuente: MWH Perú S.A.2015

Anexo 5. Resultados del mes marzo.

		ESTACIONES					
PARÁMETROS		M1	M2	M17	M21	M22	
Fisicoquímicos	pH	7,8	4,38	8,14	7,2	4,13	
	Temperatura	10,9	11,9	14,7	11,3	10,6	
	Conductividad	23	28	155	185	33,7	
	Solidos Disueltos Totales (mg/L)	23	28	155	185	33,7	
	Dureza Total (mgcao3/L)	9,7	2	78,89	85,37	2.20	
	Alcalinidad Total (mgcao3/L)	5,8	0,7	67,7	89	0,7	
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	7,3	6,8	7,2	7	6,5	
	Cloruros (mg/L)	0,025	0,02	0,085	0,245	0,02	
	Nitrógeno Total (mgN/L)	0,298	0,03	0,19	0,364	0,081	
	Nitrógeno Amoniacal (mgN/L)	0,004	0,004	0,004	0,031	0,004	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	2	2	2	2	2	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L	2	2	13	8	10	
	Microbiológicos	Coliformes Totales NMP/mL	7	17	350	920	11
		Coliformes Fecales NMP/mL	2	2	23	79	1,8
Enterococos fecales NMP/mL		7	2	13	70	nd	

Figura 33: Resultados del mes de marzo.

Anexo 6. Resultados del mes abril.

		ESTACIONES					
PARÁMETROS		M1	M2	M17	M21	M22	
Fisicoquímicos	pH	4,87	4,4	8,51	6,98	4,61	
	Temperatura	8,9	8,9	12,8	13,5	10,3	
	Conductividad	37	21,6	216	166,6	21	
	Solidos Disueltos Totales (mg/L)	37	21,6	216	166,6	21	
	Dureza Total (mgcao ₃ /L)	15,53	4,09	114	97,5	3,4	
	Alcalinidad Total (mgcao ₃ /L)	12	0,7	106,9	83,8	4,1	
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	7,29	6,77	6,21	7,65	7	
	Cloruros (mg/L)	0,077	0,04	0,032	0,194	0,19	
	Nitrógeno Total (mgN/L)	0,279	0,21	0,386	0,427	0,157	
	Nitrógeno Amoniacal (mgN/L)	0,037	0,039	0,004	0,004	0,004	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	2	2	2	2	2	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L	2	2	2	2	2	
	Microbiológicos	Coliformes Totales NMP/mL	70	13	540	350	7
		Coliformes Fecales NMP/mL	1,88	1,8	49	33	1,8
Enterococos fecales NMP/mL		1,8	1,8	1,8	1,8	nd	

Figura 34: Resultados del mes de abril.

Fuente: MWH Perú S.A.2015

Anexo 7: Resultados del mes Junio.

		ESTACIONES				
PARÁMETROS		M1	M2	M17	M21	M22
Fisicoquímicos	pH	7,5	4,4	8,6	7	4,3
	Temperatura	10,9	10,6	12,1	10,6	9,4
	Conductividad	46	32	234	285	37
	Solidos Disueltos Totales (mg/L)	46	32	234	285	37
	Dureza Total (mgcao3/L)	22	4	126	145	5
	Alcalinidad Total (mgcao3/L)	15,5	0,7	113,8	144,5	7
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	4,2	3,9	4,4	4,6	4,5
	Cloruros (mg/L)	0,06	0,02	0,17	0,48	0,02
	Nitrógeno Total (mgN/L)	0,57	0,46	0,29	0,26	0,75
	Nitrógeno Amoniacal (mgN/L)	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	2	2	2	2	2
	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L	2	2	2	2	2
Microbiológicos	Coliformes Totales NMP/mL	700	1300	4900	490	5
	Coliformes Fecales NMP/mL	13	2	35	140	2
	Enterococos fecales NMP/mL	8	2	15	1,8	nd

Figura 35: Resultados del mes de Junio
Fuente: MWH Perú S.A.2015

Anexo 8. Resultados del mes de julio.

PARÁMETROS		M1	M2	M17	M21	M22
Fisicoquímicos	pH	7,77	4,68	8,77	7,5	8,77
	Temperatura	10,9	9,2	10,1	11,1	8,5
	Conductividad	52,5	25	250	292	31
	Solidos Disueltos Totales (mg/L)	52,5	25	250	292	31
	Dureza Total (mgcao3/L)	26,03	2,61	127,4	148,1	4,88
	Alcalinidad Total (mgcao3/L)	19,3	0,7	66	143,8	0,7
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	7,5	7,1	7,7	8,8	6,5
	Cloruros (mg/L)	0,006	0,02	0,176	0,57	0,03
	Nitrógeno Total (mgN/L)	0,179	0,11	0,246	0,098	0,063
	Nitrógeno Amoniacal (mgN/L)	0,038	0,036	0,046	0,031	0,004
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	2	2	2	2	2
	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L	5	2	8	2	12
	Microbiológicos	Coliformes Totales NMP/mL	8	1600	2400	9200
Coliformes Fecales NMP/mL		8	2	45	170	1,8
Enterococos fecales NMP/mL		1,8	1,8	21	17	nd

Figura 36: Resultados del mes de julio.
 Fuente: MWH Perú S.A.2015.

Anexo 9. Resultados del mes de agosto.

		ESTACIONES				
PARÁMETROS		M1	M2	M17	M21	M22
Fisicoquímicos	pH	7,4	4	8,29	8,24	8,24
	Temperatura	11,3	11,21	9,77	12,7	8,3
	Conductividad	92	35	127	168	168
	Solidos Disueltos Totales (mg/L)	92	35	127	168	168
	Dureza Total (mgcao3/L)	58,57	5,87	86,9	122,2	122
	Alcalinidad Total (mgcao3/L)	53,2	0,7	118,2	108,5	30,7
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	5,6	5,6	6,9	6,4	5,8
	Cloruros (mg/L)	0,42	0,05	0,311	0,587	0,24
	Nitrógeno Total (mgN/L)	0,1746	0,09	0,135	0,382	0,198
	Nitrógeno Amoniacal (mgN/L)	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Microbiológicos	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	2	2	2	2,3	2,1
	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L	2	2	2	14	4
	Coliformes Totales NMP/mL	110	2	130	350	13
	Coliformes Fecales NMP/mL	23	1,8	49	33	1,8
	Enterococos fecales NMP/mL	1,8	1,8	1,8	1,8	nd

Figura 37: Resultados del mes de agosto.

Fuente: MWH Perú S.A.2015.

Anexo 10. Aguas arriba en la microcuenca Río Grande.



Figura 38: Aguas arriba en la microcuenca Río Grande.
Fuente: Elaboración propia, 2016.

