	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(174 72)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	HEMELL FABIAN QUINTERO VEGA INGRITH CATALINA DÍAZ FLÓREZ		
FACULTAD	DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
DIRECTOR	YEENY LOZANO LAZARO		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS TEJO Y CHIQUITO, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ICO'S, DENTRO LA ESTRUCTURA URBANA DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER)		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL PROYECTO PRESENTA ACTUALMENTE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS TEJO Y CHIQUITO, DENTRO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, CON BASE EN LA IDENTIFICACIÓN DE SEIS PUNTOS DE MUESTREO Y LA UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES ICOS MEDIANTE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ONCE PARÁMETROS, PARA IDENTIFICAR LAS CAUSAS MÁS REPRESENTATIVAS DE CONTAMINACIÓN Y PARA POSTERIOR FORMULAR ALTERNATIVAS DE CONTROL QUE MITIGUEN LA CONTAMINACIÓN</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 172	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1



EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE CONTROL DE LA CALIDAD
DEL AGUA DE LOS RÍOS TEJO Y CHIQUITO, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE
LOS ÍNDICES ICO'S, DENTRO LA ESTRUCTURA URBANA DE OCAÑA (NORTE DE
SANTANDER)

AUTORES:

INGRITH CATALINA DÍAZ FLÓREZ

HEMELL FABIAN QUINTERO VEGA

Proyecto de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Director:

YEENY LOZANO LAZARO

Ingeniera ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

DEDICATORIA

Deseo dedicarles este trabajo especialmente a Nohemi Vega Ramírez y a Wilson Romero Maestre, quienes son mis padres, por la voluntad de apoyo y determinación durante mi transcurso académico.

Hemell Fabian Quintero Vega

Empiezo dedicando este trabajo a mi familia que siempre ha sido ese motor para salir adelante, mi motivación que hace que día a día mejore, mi vida por las que pido a Dios todas las noches.

Ingrith Catalina Díaz Flórez

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros agradecimientos a:

Dios el único padre, el que hace que todas nuestras cosas sean posible, por darnos la iluminación y sabiduría necesaria, y sobre todo por sus bendiciones.

A nuestras familias por su apoyo y esfuerzo brindado.

A nuestra directora del proyecto Yeeny Lozano Lazaro por su dedicación, colaboración y aporte de conocimientos para que este trabajo saliera adelante.

A la UFPSO por darnos la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Al señor Carlos Patiño por tu colaboración.

Y a todos los demás docentes de la UFPSO por su apoyo y compromiso.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1: Evaluación y Formulación de Alternativas de Control de la Calidad del Agua de dos ríos Tejo y Chiquito, mediante La Determinación de los Índices Ico's, dentro la Estructura Urbana de Ocaña (Norte de Santander).....	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema.....	8
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Justificación.....	9
1.5 Hipótesis.....	12
1.6 Delimitaciones.....	13
1.6.1 Delimitación operativa.	13
1.6.2 Delimitación conceptual.	13
1.6.3 Delimitación geográfica.	13
1.6.4 Delimitación temporal.	13
Capítulo 2: Marco referencial	15
2.1 Marco histórico	15
2.2 Marco contextual.....	20
2.3 Marco conceptual	22
2.4 Marco teórico	28
2.5 Marco legal.....	46
Capítulo 3: Diseño metodológico.....	50
3.1 Tipo de investigación	50
3.2 Población.....	55
3.3 Muestra.....	56
3.4 Recolección de información	57
3.5 Análisis de información.....	58

Capítulo 4: Administración del proyecto	63
4.1 Recursos humanos	63
4.2 Recursos institucionales	63
4.3 Recursos financieros.....	64
4.4 Cronograma de actividades	65
Capítulo 5: Presentación de resultados.....	66
5.1 Localización, ubicación y delimitación geográfica de las zonas de estudio.....	66
5.1.1 Localización geográfica de la zona de estudio.....	66
5.1.2 Localización y delimitación geográfica de la zona de estudio.	67
5.1.3 Localización geográfica del rio tejo y rio chiquito dentro de la estructura urbana del municipio de Ocaña, Norte de Santander	68
5.1.4 Localización geográfica de los puntos de monitoreo y toma de muestra.	69
5.2 Ejecución de las tomas de muestras en temporada lluviosa y en temporada seca	71
5.3 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos	73
5.3.1 Análisis de las primeras tomas de muestra en temporada lluviosa.....	73
5.3.2 Análisis de las segundas tomas de muestra en temporada seca.....	75
5.4 Cálculos de caudales	77
5.4.1 Cálculos de caudales de las primeras tomas de muestras temporada lluviosa y de las segundas tomas de muestra temporada seca.....	77
5.5 Curvas de caudales	78
5.6 Curvas de parámetros	81
5.7 Evaluación de la calidad del agua mediante los índices ICOMI, ICOMO, ICOSUS e ICOpH.....	95
5.8 Análisis de los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles (LMP) en aguas residuales bajo la resolución 0631 del 2015	106
5.9 Comparación de análisis fisicoquímicos y microbiológicos con historiales de ESPO	115
5.10 Resultados de encuestas	117
5.11 Identificación de causas más representativas que genera la contaminación.....	123
5.12 Identificación del cuerpo hídrico y de los puntos más críticos por contaminación	128
5.13 Formulación de alternativas de control.....	131
Capítulo 6: conclusiones	133
Capítulo 7: Recomendaciones	136

Referencias138

ANEXOS

Anexo A.....	149
Anexo B.....	149
Anexo C.....	150
Anexo D.....	150
Anexo E.....	151
Anexo F.....	151
Anexo G.....	152
Anexo H.....	152
Anexo I.....	153
Anexo J.....	153
Anexo K.....	154
Anexo L.....	154
Anexo M.....	155
Anexo N.....	155
Anexo Ñ.....	156
Anexo O.....	157

Lista de tablas

Tabla 1. Índices de contaminación (ICO'S).....	33
Tabla 2. Rangos de la clasificación de la contaminación del agua mediante los valores de los índices ICOS.....	34
Tabla 3. Equipos utilizados para el muestreo de aguas.....	37
Tabla 4 Parámetros in situ.....	42
Tabla 5 Parametros ex situ.....	42
Tabla 6. Resultados analisis in situ.....	43
Tabla 7. Resultado analisis ex situ.....	45
Tabla 8. Recursos financieros.....	64
Tabla 9. Cronograma de actividades.....	65
Tabla 10. Ejecución de las primeras tomas de muestras en temporada lluviosa.....	71
Tabla 11. Ejecución de las segundas tomas de muestras en temporada seca.....	72
Tabla 12. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las primeras tomas de muestra en temporada lluviosa.....	73
Tabla 13 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las segundas tomas de muestra en temporada seca.....	75
Tabla 14. Cálculos de caudales de las primeras tomas de muestras temporada lluviosa.....	77
Tabla 15. Cálculos de caudales de las segundas tomas de muestras temporada seca.....	78
Tabla 16. Análisis de los parámetros del punto 1 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa.....	105
Tabla 17. Análisis de los parámetros del punto 2 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa.....	106
Tabla 18. Análisis de los parámetros del punto 3 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa.....	107
Tabla 19. Análisis de los parámetros del punto 4 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa.....	107
Tabla 20. Análisis de los parámetros del punto 5 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa.....	108
Tabla 21. Análisis de los parámetros del punto 6 de acuerdo a la resolución 0631	

en temporada lluviosa.....	108
Tabla 22. Análisis de los parámetros del punto 1 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca.....	109
Tabla 23. Análisis de los parámetros del punto 2 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca.....	109
Tabla 24. Análisis de los parámetros del punto 3 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca.....	110
Tabla 25. Análisis de los parámetros del punto 4 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca.....	111
Tabla 26. Análisis de los parámetros del punto 5 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca.....	111
Tabla 27. Análisis de los parámetros del punto 6 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca.....	112
Tabla 28. Comparación de la calidad de los parámetros en estudio para la preservación de flora y fauna de acuerdo al decreto 1594 de 1984, para las primeras muestras.....	112
en temporada lluviosa	
Tabla 29 Comparación de la calidad de los parámetros en estudio para la preservación de flora y fauna de acuerdo al decreto 1594 de 1984, para las segundas muestras en temporada seca.....	114
Tabla 30. Comparación con historiales de ESPO de cinco parámetros para el punto 4.....	115
Tabla 31. Comparación con historiales de ESPO de cinco parámetros para el punto 6.....	115

Listas de figuras

Figura 1. Significancia de los Indices de Contaminacion ICOS.....	34
Figura 2. Rótulos de toma de muestra.....	57
Figura 3. Localización Geográfica de la Zona de Estudio.....	66
Figura 4. Localización y Delimitación de la Ciudad de Ocaña.....	67
Figura 5. Localización Geográfica del Rio Tejo y Rio Chiquito Correspondiente al Casco Urbano del municipio de Ocaña.....	68
Figura 6. Delimitación Geográfica del Rio Tejo y Rio Chiquito.....	69
Figura 7. Localización Geográfica de puntos de monitoreo y toma de muestra.....	69
Figura 8. Ubicación Geográfica de los Puntos de Monitoreo y Toma de Muestra.....	70
Figura 9. Curva de Caudales de las Primeras Tomas de muestras en Temporada Lluviosa.....	79
Figura 10. Curva de Caudales de las Segundas Tomas de muestras en Temporada Seca.....	79
Figura 11. Sobre posición de Curvas de Caudales.....	80
Figura 12. Curva de pH de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	81
Figura 13. Curva de Conductividad de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	82
Figura 14. Curva de Oxígeno Disuelto de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	82
Figura 15. Curva de Demanda Biológica de Oxigeno de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	83
Figura 16. Curva de Alcalinidad de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	84
Figura 17. Curva de Dureza de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	84
Figura 18. Curva de Fosfatos de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	85
Figura 19. Curva de Demanda Química de Oxigeno de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	86
Figura 20. Curva de Solidos Suspendidos de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	86
Figura 21. Curva de Turbiedad de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	87
Figura 22. Curva de Coliformes de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.....	88
Figura 23. Curva de pH de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	89

Figura 24. Curva de Conductividad de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	90
Figura 25. Curva de OD de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	90
Figura 26. Curva de DBO de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	91
Figura 27. Curva de Alcalinidad de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	92
Figura 28. Curva de Dureza de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	92
Figura 29. Curva de Fosfatos de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	93
Figura 30. Curva de SS de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	94
Figura 31. Curva de Turbiedad de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	94
Figura 32. Curva de Coliformes de las Segundas Muestras en Temporada seca.....	95
Figura 33. Cálculo del índice de contaminación por mineralización.....	96
Figura 34. Evaluación de la calidad del agua mediante el índice de contaminación por mineralización.....	97
Figura 35. Cálculo del índice de contaminación por materia orgánica.....	99
Figura 36. Evaluación de la calidad del agua mediante el índice de contaminación por materia orgánica.....	100
Figura 37. Cálculo del índice de contaminación por solidos suspendidos.....	102
Figura 38 Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización del índice de contaminación por solidos suspendidos.....	103
Figura 39. Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización del índice de contaminación por pH.....	105
Figura 40. Representación gráfica de la visualización para la evolución de los parámetros para el sector la pradera.....	116
Figura 41. Representación gráfica de la visualización para la evolución de los parámetros para el sector la gloria-las ferias.....	117
Figura 42. Zonas o tipos de establecimientos.....	118
Figura 43. Personas que están unida a un sistema de alcantarillado.....	119
Figura 44. Personas que depositan adecuadamente los residuos.....	119
Figura 45. Personas que tratan o manejan los residuos.....	120
Figura 46. Personas que conocen medidas para evitar la contaminación del río.....	121

Figura 47. Personas que se han enfermado por el mal estado de los ríos.....	121
Figura 48. Personas que han presenciado vectores.....	122
Figura 49. Personas que participarían en campañas para la recuperación de los ríos.....	123
Figura 50. Identificación de los Puntos más Críticos o Contaminados.....	129
Figura 51. Identificación del Rio más Contaminado.....	130

Introducción

Mientras la tecnología mejora a nivel mundial, cada vez son más los casos de contaminación de cuerpos hídricos (ríos, lagos, acuíferos, mares); que a menudo representan el punto final de desperdicios biológicos y no biológicos en forma de aguas residuales, de eses de animales, del transporte de fertilizantes químicos usados en el sector agropecuario y de las actividades industriales. (National Geographic, 2013)

Caso específico en que dos ríos del municipio de Ocaña: el Tejo y Chiquito albergan en sus aguas unas características residuales provenientes de vertimientos domésticos, agrícolas e industriales, así mismo, como la sobre acumulación de residuos sólidos de todo tipo de características: basuras urbanas.

Aunque la naturaleza del agua de estos ríos dada las condiciones actuales se han residuales no indica en que no se debe hacer estudios en cuanto a su estado actual. Empresas públicas de Ocaña como ESPO y corporaciones como CORPONOR han venido realizando estudios, seguimientos y análisis a los diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con el fin de caracterizar, conocer e identificar la tendencia y variación de los valores de cada parámetro.

En este sentido el presente trabajo tiene como finalidad evaluar la calidad del agua de los ríos Tejo y Chiquito dentro de la estructura urbana del Municipio de Ocaña mediante la determinación de los índices ICOS teniendo en cuenta las variables fisicoquímicas necesarias.

La evaluación de la calidad del agua de estos dos cuerpos hídricos se llevara a cabo en dos tiempos climáticos, tiempos lluviosos y tiempos secos, en cada tiempo se llevara a cabo la toma de 6 muestras compuestas de agua residual en diferentes puntos de los cuerpos hídricos, para ser llevada al laboratorio para los respectivos análisis fisicoquímicos teniendo en cuenta las metodologías tratadas en el proyecto, para posteriormente basado en resultados arrojados, encuestas realizadas y de la evaluación formular una serie de alternativas de control.

Con el fin de que se puedan implementar a futuro o seguir la realización de estudios relacionados que coadyuven a la mitigación, control y recuperación de estos cuerpos hídricos en lo posible y así reducir el impacto ambiental generado sobre los mismos. En este sentido mediante la realización de este proyecto permitirá contribuir a un acercamiento para el conocimiento.

Capítulo 1: Evaluación y Formulación de Alternativas de Control de la Calidad del Agua de dos ríos Tejo y Chiquito, mediante La Determinación de los Índices Ico's, dentro la Estructura Urbana de Ocaña (Norte de Santander)

1.1 Planteamiento del problema

La utilización de las aguas a nivel universal adolece de problemas críticos y profundos por la alta contaminación aportada por países desarrollados, y en menor escala países en vía de desarrollo; ya que el tratamiento que se dan a las aguas no satisfacen plenamente el consumo para una salud aceptable, es por eso, “que más del 80% de las aguas residuales en los países en vías de desarrollo se descarga sin tratamiento, contaminando ríos, lagos y zonas costeras”. Afirma la UNESCO, (2016)

Es por eso que a nivel mundial, Prácticamente todas las actividades productoras de bienes, servicios y uso generan contaminantes como subproductos no deseados; entre los contaminantes más importantes del agua generados por las actividades humanas se encuentran microbios patógenos, nutrientes, sustancias agotadoras de oxígeno del agua, metales pesados, materia orgánica, sedimentos en suspensión y pesticidas entre muchos más, los cuales generalmente son la causa más importante de la pérdida de calidad del agua en todo el mundo. (UNESCO, 2016)

Por otra parte, en Colombia el problema principal del agua es, por tanto, un asunto de calidad antes que de cantidad y la principal contaminación proviene de los patógenos y nutrientes

generados por la población urbana y el sector agrícola, de los vertimientos industriales y domésticos. (SITIES, 2016)

Según Informe nacional sobre la gestión del agua en Colombia, elaborado con apoyo de la Asociación Mundial del Agua y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), las fuentes que contribuyen al deterioro del agua y al incremento constante de la contaminación en el país son diferentes, siendo los sectores agropecuario, industrial y doméstico los principales responsables. (Beleño, 2011)

“Es por eso, que los ríos de Colombia ya no son fuente de alimento, recreación, salud para las personas, por el contrario, se convirtieron en solución a la miseria, alcantarillas, botadero de escombros y basuras”. Lo asegura Javier, (2010). Lo que indica, que casi el 90% de los ríos colombianos son fuente de materiales de arrastre para la construcción y se encuentran afectados por la deforestación y la contaminación orgánica y vertimientos de aguas residuales. (Grupo empresarial R&R, 2014)

Por otra parte, a nivel de la región Norte Santandereana, se presenta, en fuente de contaminación a Cúcuta como cuenca afectada la del Catatumbo y como áreas potenciales de contaminación el Valle del Zulia por el Catatumbo y la zona de Abrego también por el Catatumbo; los cuales son afectadas por diferentes fuentes de contaminación con materia orgánica, plaguicidas y fertilizantes, de hidrocarburos, sustancias químicas y vertimientos doméstico. (Triana, 2007)

Así mismo, el río Pamplonita con 155 Km de longitud y una incidencia en 10 municipios de Norte de Santander, en la actualidad, factores climáticos, sumados a las actividades antropogénicas, han conllevado a que el cuerpo, el cual abastece a más del 50 por ciento de habitantes del departamento, padezca un estado en deterioro; debido a la erosión y degradación del suelo, la deforestación en su nacimiento; la disposición de aguas residuales, el vertimiento de desechos y agroquímicos utilizados en cultivos a lado y lado del lecho del río; además de dos derrames de petróleo en el afluente, que ocurrieron en los años 2007 y 2011, afectando parte de la fauna, y que se cree, que aún no se recupera. (Ramírez C. R., 2014)

Algo semejante en Cúcuta, que es uno de los municipios cuyos vertimientos afectan de una manera significativa, con puntos identificados neurálgicos con altas condiciones de contaminación en la zona de ‘Caño picho’, la cárcel Modelo, el Cerrito y el sector industrial, entre otros; así mismo, Jaime Uriel Mejía, veedor ciudadano de Cúcuta, señaló que en los meses del 2014 se presentó la mortandad de peces en ciertos puntos de la fuente hídrica que circunda en esa capital, según debido a que el nivel de agua del río es inferior a la cantidad de agua negra que cae. (Ramírez., 2014)

“No obstante en Abrego, los residuos que se generan por las actividades domésticas y el ineficiente manejo de la laguna de oxidación ha generado sobre el río Algodonal la contaminación por aguas residuales que desembocan sobre el” lo asegura Cruz, (2013).

En este caso, en el municipio de Ocaña con presencia de diferentes cuerpos hídricos, de los cuales la población hace diferentes usos, sin embargo entre ellos el río Tejo y Chiquito se consideran entre los más deteriorados.

El río Tejo presenta cierta longitud 7.3 Km, que ampara las aguas de la depresión Ocañera e irriga el municipio, durante muchos siglos fue la principal fuente de agua potable de los Ocañeros. Por otra parte la (Cagona) del mal nombre o del Enol porque recibe las aguas negras de Ocaña, que desemboca en el río Chiquito, con expansión de 4 Km; de aguas negras, que rinde su caudal al río Tejo. Quintero, (2010).

En la actualidad los cuerpos hídricos Tejo y Chiquito, han venido padeciendo ciertas alteraciones en sus propiedades, resultado de fuertes actividades antrópicas imperantes en el medio, impactando y degenerando la calidad de sus aguas. En sectores urbanos como en lo rural se presentan procesos inadecuados que generan la afectación al mismo como talas, la aplicación de agroquímicos, la sobre acumulación de residuos sólidos y generación de nuevos asentamientos (barrios) de los constantes vertimientos; causantes directo del desequilibrio y cambios bruscos en su estabilidad biológica y componentes físicos y químicos consecuente de la contaminación; no obstante sumadas a otras actividades económicas que modifican sus características.

Es por eso, que CORPONOR, (2014), afirma, que dentro de la zona de casco urbano, es donde más se presentan impactos ambientales negativos como contaminación de las fuentes

hídricas ocasionados por la infraestructura vial y la construcción, por aguas residuales domésticas, industriales, basuras y agroquímicos. (pag.13)

Por otro lado, Alexander Carvajalino Reyes, manifiesta, que son muchas personas que usan a los ríos Tejo y Chiquito, como puntos de botadero de residuos o basuras; que a pesar de que existe un buen servicio de recolección de basuras, la gente sigue tirando los desechos y escombros, generando represamiento y focos de contaminación. (Reyes, 2015)

Angélica Pérez, directora en el año 2010 de la Unidad Técnica Ambiental de Ocaña, expone también, que los ríos Tejo y Chiquito, que son las vertientes tradicionales del municipio, están contaminados en un cierto porcentaje debido a que las aguas residuales de las viviendas caen directamente estos caudales y entre otras causas. (Torres M. A., 2010)

Todo lo anterior, genera a una población Ocañera y en general la ocurrencia de enfermedades y deterioro del bienestar del hombre, como lo asegura la Organización Mundial De La Salud, (2015) “el agua contaminada puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Se calcula que la contaminación del agua potable provoca más de 502 000 muertes por diarrea al año a nivel mundial”. Y que más de cinco mil millones de personas en el mundo se ven afectada por la contaminación de los ríos. (Sanchez, 2010)

Frente a la situación expuesta, es alta la incidencia que presenta ambos ríos para el municipio de Ocaña (Norte de Santander), al ser fuentes hídricas contaminadas, pero que desconoce su estado actual en concentraciones. Por tanto, se reconoce el valor que incurre estos ríos en la calidad de vida de los residentes y de su situación actual en cuanto a las problemáticas y daños causados por el mal uso.

Partiendo de lo anterior se plantea el siguiente interrogante:

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el índice de contaminación de los ríos Tejo y Chiquito dentro de la estructura urbana de Ocaña y que alternativas de control se pueden implementar?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Determinar las alternativas de control de la calidad del agua de los ríos Tejo y Chiquito, mediante la determinación y evaluación de los índices ICO'S, dentro la estructura urbana de Ocaña (Norte de Santander).

1.3.2 Objetivos específicos. Determinar mediante los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos los ICO'S de cada cuerpo hídrico, a través de índice de contaminación por mineralización (ICOMI), índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), índice de contaminación por solidos suspendidos (ICOSUS), (ICOPH).

Identificar las causas más representativas de contaminación que afectan a los cuerpos hídricos en estudio y determinar el cuerpo hídrico más contaminado objeto del presente proyecto mediante la evaluación de la calidad del agua.

Formular acciones que coadyuven a mitigar y controlar los niveles de contaminación hídrica, como también los impactos que se pueden generar en las zonas de estudio.

1.4 Justificación

Conociendo el problema identificado y formulado, se plantea la importancia del agua y la necesidad de mantener sus condiciones adecuadas, como lo asegura BIZ (2013), “el agua es el componente principal para que exista la vida; sin agua no es posible la vida, ni animal ni vegetal, no podrían existir animales ni pequeños ni grandes”; y lo afirma el Grupo Empresarial R&R, (2015) “es tal la importancia del agua para la vida y para el funcionamiento de la sociedad y las industrias, lo que quiere decir que el líquido es el más importante que podemos encontrar en la tierra”.

Asimismo, el agua contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan, de esta manera, un elemento indispensable para la subsistencia de la vida animal y vegetal del planeta; lo que indica que "el agua es un bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales"; En este aspecto, este líquido vital constituye más del 80% del cuerpo de la

mayoría de los organismos e interviene en la mayoría de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos; además interviene de manera fundamental en el proceso de fotosíntesis de las plantas y es el hábitat de una gran variedad de seres vivos. (Díaz, 2013)

No obstante, Ban Ki-moon, Secretario General de las Naciones Unidas, (2014), comenta que hoy en día “los indicadores ambientales, económicos y sociales nos dicen que nuestro actual modelo de progreso es insostenible, que nuestro mundo tiene retos inminentes y recursos cada vez más limitados, el desarrollo sostenible ofrece la mejor oportunidad para redirigir nuestro rumbo”.

Por lo anterior, el agua está en el centro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, para unos ecosistemas saludables y la supervivencia humana; el agua es vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, el bienestar y la productividad de las poblaciones así como para la producción y la preservación de una serie de beneficios y servicios de los que goza el hombre; el agua también está de la mano de la adaptación al cambio climático, sirviendo de vínculo crucial entre el sistema climático, la sociedad humana y el medio ambiente; y además, el agua es un recurso limitado e insustituible que es clave para el bienestar humano y solo funciona como recurso renovable si está bien gestionado, el agua puede suponer un serio desafío para el desarrollo sostenible pero, gestionada de manera eficiente y equitativa, puede jugar un papel facilitador en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales. (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2014)

Por esta razón, ONU-Agua ha propuesto un objetivo global "Asegurar agua para todos de forma sostenible", llevando a resultados de desarrollo como acceso universal de agua potable, saneamiento e higiene, uso sostenible del recurso hídrico, una calidad del agua mejorada y gestión de las aguas residuales, como también la reducción de riesgos naturales producidos por el agua, entre otros. (Organización Mundial de las Naciones Unidas, 2014)

Por otro lado, se considera que la producción de agua para el consumo humano y general tiene su base en la disponibilidad del agua dulce en el medio ambiente, en protecciones de las cuencas y fuentes naturales y protección de la contaminación y desertificación de algunas zonas. (Osorio, 2003)

De modo similar, por lo indispensable que el agua es para la vida y su consumo, su calidad está íntimamente relacionada con el nivel de vida y con el nivel sanitario; es por eso, que consumo del agua se considera de buena calidad cuando es salubre y limpia; es decir, cuando no contiene microorganismos patógenos ni contaminantes que pueda ocasionar afectos adversos a los consumidores; por lo que es necesario someter al agua a un tratamiento de potabilización y a diversos controles sanitarios. (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España, 2014)

Por otro lado, en cuanto a datos estadísticos es indispensable considerar, que el volumen total del agua en el mundo es de 1.386×10^9 Km³. Los océanos contienen 96.5% de este volumen total y la atmosfera contiene solo 1.29×10^4 Km³ de agua, aproximadamente la cantidad de

aguadulce en nuestro planeta es de $35 \times 10^7 \text{ Km}^3$, de acuerdo en la disponibilidad de agua fresca, solo 2.5 % del presupuesto total del agua en el mundo se estima como agua dulce y el 70% presente en formación de glaciares. (Mihelcic & Zimmerman, 2012). Y que “el 0,008% son lagos; el 0,62% son acuíferos; el 2,15% son los dos polos de la tierra; el 0,0001% son ríos; 0,001% pertenezca a la atmósfera; el 0,005% es la humedad del suelo acumulada; el 0,008% mares interiores” (Susana, 2016)

En este sentido, es necesario y de gran importancia comprender, evaluar y analizar desde los índices de calidad del agua mediante los indicadores fisicoquímicos la situación actual de los ríos que coadyuven a reconocer la magnitud del problema que presenta la presencia de aguas residuales, para que de esta manera se busquen implementar alternativas de control, planes de prevención, mitigación y corrección para conservar las dinámicas ecosistémicas.

Por tanto, la realización de este proyecto permitirá contribuir a un acercamiento para el conocimiento y la importancia en la Gestión ambiental, control y tratamiento de las aguas residuales presentes en la zona de estudio, que se pueda realizar a futuro.

1.5 Hipótesis

¡Los índices de contaminación de un cuerpo hídrico permiten identificar las causas de su contaminación para posteriormente generar mecanismos de control para disminuir la contaminación de dicho cuerpo!

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación operativa. El proyecto se llevó a cabo en los ríos Tejo y Chiquito a través de los distintos análisis de parámetros o variables fisicoquímicas y microbiológicas (DBO, DQO, OD, SS, pH, conductividad, dureza, turbiedad, alcalinidad, fosfatos, coliformes), por medio de diferentes monitoreos y tomas de muestras en ciertos puntos específicos.

1.6.2 Delimitación conceptual. El proyecto se enmarco en conceptos tales como cuerpo hídrico, ríos, parámetros fisicoquímicos, indicadores, contaminación, calidad de agua, indicadores ICO'S , índice de contaminación por mineralización (ICOMI), índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), índice de contaminación por solidos suspendidos (ICOSUS), (ICOPH), (ICOTEMP).

1.6.3 Delimitación geográfica. El proyecto se realizó dentro de la estructura o casco urbano del municipio de Ocaña (Norte de Santander, Colombia), tomando ciertos puntos estratégicos.

1.6.4 Delimitación temporal. El proyecto se llevó a cabo durante un periodo vigente de no más de 7 meses, de los cuales se detallaran las actividades a realizar en el correspondiente cronograma.

Capítulo 2: Marco referencial

2.1 Marco histórico

El agua es el compuesto que dio origen a la vida y albergó esta hace 3000 millones de años en forma de células que se fueron haciendo cada vez más complejas hasta formar la biodiversidad que hoy en día se conoce, como los peces, las plantas, los animales y el hombre. (Importance Of Water, 2011)

Empezando por tener en cuenta, que hoy en día, el 70% y 75% de la contaminación marina global es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre; indicando que un 90% de los contaminantes es transportado por los ríos al mar. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2002). “y que en la actualidad Más del 80% de las aguas residuales en los países en vías de desarrollo se descarga sin tratamiento, contaminando ríos, lagos y zonas costeras”. Afirma la UNESCO, (2016).

Durante muchos años, la premisa que prevaleció es que los contaminantes liberados en la superficie serían limpiados por materiales acuíferos o diluidos en el agua acuífera. Sin embargo, un amplio rango de sustancias tóxicas, incluyendo químicos orgánicos sintéticos, trazas de metálicas y microorganismos patógenos, se han detectado a niveles dañinos en el agua subterránea y ha crecido la preocupación en cuanto a la contaminación de las aguas. (Mihelcic & Zimmerman, 2012)

A través de los años, el desmesurado aumento y crecimiento demográfico, sumado al desarrollo industrial y las actividades de producción agrícola, mineras, domesticas, han aumentado la utilización de los recursos hídricos, restringiendo su aprovechamiento a causa de la modificación de sus características fisicoquímicas, microbiológicas y parasitológicas que determinan los costos y la complejidad a la hora de hacerle el tratamiento a las aguas y así aptas para consumo y usos de las personas. (Torres, Cruz, Patiño, Escobar, & Pérez, 2010). Así mismo RAMÍREZ et al. (2009) afirman que “Las principales causas por la que se contaminan los cuerpos de agua han surgido del crecimiento urbanísticos, de las actividades antrópicas y la falta de gestión de las instituciones e indiferencia cultural” (p. 247 – 255)

De lo anterior se soporta, ya que Alarcón, Beltrán, Cárdenas, & Campos, (2005) tambien cometan que, el aumento desmesurado de la población a nivel mundial y, por consiguiente, un crecimiento notable por la demanda del agua para múltiples actividades ha generado el deterioro de fuentes hídricas y una de las actividades de contaminación más frecuente es la de origen doméstico, que se ha venido caracterizando por la presencia de altas concentraciones de materia orgánica y microorganismos de origen fecal. (pag. 353-365)

Es por eso, que a nivel mundial se trae a consideraciones una serie de eventos a través de los años:

Empezado que durante la década de los sesenta, se ubicaron industrias a lo largo del curso río Lerma en México, debido a ese comienzo, el Valle de Toluca se incrementaron notablemente la industrialización y un aumento en el crecimiento urbano e industrial; Jiménez-Moleón et al

(2010) asegura que, hoy en día, hay más de 2.500 industrias, lo que ha llevado a ocasionar un uso desmesurado del recurso hídrico y a su vez ocasionando la contaminación de las fuentes hídricas superficiales por los escurrimientos y los vertimientos de aguas residuales (Fuentes Rivas , Ramos Leal, Jiménez Moleón, & Esparza Soto, 2015)

Asi mismo, Gordillo Martínez, Cabrera Cruz, Hernández Mariano, Galindo, Otazo, & Prieto, (2010). También comentan que “en México, en el estado de Hidalgo, anualmente las actividades de fuentes industriales y domesticas aportaron 22.496 ton/año y 15.776 ton/año de contaminantes respectivamente” y que en el río Zahuapan México, cada año se vierten 32.5 millones de m³ de aguas negras, de acuerdo a estudios, en la parte urbana el 40 % del agua es tratada y la restante es vertida al río, a diferencia de la zonas rurales; que aproximadamente el 80 % son vertidas directamente al río Zahuapan (García Nieto, y otros, 2011)

Por otra parte, Argos M, Kalra T, Rathouz PJ, Chen Y, Pierce B, Parvez F, et al (2010) y Cohn P, Klotz J, Bove F, Berkowitz M, Fagliano J (1994), comenta, que a principios del año de 1970, surgieron diferentes estudios e investigación epidemiológicos en diferentes países, donde se refirieron a una combinación entre los contaminantes químicos sobrepasando los niveles admisibles en el agua para consumo y uso humano, y con gran riesgo de ocasionar o desarrollar cáncer (Oller Arlandis & Sanz Valero, 2012)

Lo que conlleva a, Bitton y Harvey (1992), Afirmando, que en los Estados Unidos de América durante la década de los setenta se observó la utilización de aguas superficiales y subterráneas sin

ningún tratamiento, lo que conlleva a que se generaran un aumento de enfermedades ocasionadas por el consumo por el agua, identificándose la contaminación de esas aguas por presencia de microorganismo patógenos (Ramírez, Robles, Sainz Ma, Ayala , & Campoy, 2009)

No obstante, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), comenta, que a causas del uso y consumo de agua no tratada, es que se presentan las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales en un 80%, además, Higuera et al (2000), comenta, que la OMS de la misma manera reconoce que un 41% de la población a nivel mundial consume agua higiénica y tratada (Ramírez et al., 2009)

Por otra parte, en Argentina, en la Provincia de Mendoza, desde muchos años atrás, se han presentado el desarrollado de actividades como la disposición y reúso de aguas industriales, el riego de cultivos, el uso de fertilizantes y fugas de redes de alcantarillado, generando una afectación a la calidad de las aguas subterráneas y superficiales. (Álvarez Amilcar, Paris, Fasciolo, & Barbazza, 2011)

Así mismo, en las últimas décadas la Región Pampeana (Argentina), se han presentado un incremento el uso de suelos destinados para las actividades agrícolas anuales (...) (Chagas, 2007). Lo que generaría un aumento de la degradación de las tierras y un incremento de la contaminación química y biológica del agua por los vertimientos de los animales. Tal problemática se empeora por que los animales en dichas tierras tienen acceso a las fuentes hídricas (Chagas, Santanatoglia, Moretton, Paz, Kraemer, 2010), generando una presencia de

cargas contaminantes y de bacterias patógenas de los escurrimientos vertidos a los cuerpos de agua (Behrends Kraemer, Chagas, Vázquez Amábile, Paz, & Moretton, 2014)

Por otra parte, el 8 de septiembre de 1995, El informe de la Conferencia Nacional sobre salud, ambiente y desarrollo sostenible, celebrado en la Ciudad de la Habana Cuba, se puntualizó que actualmente los principales problemas por los que pasan los cuerpos hídricos se ha debido a las afectaciones a las cuencas producto de las actividades humanas de la producción agrícola y pecuaria, unidades fabriles y residuales domésticos, que a su vez generan vertimientos. (Larios Ortiz, 2009)

En Colombia, durante las últimas décadas se ha venido presentando el detrimento del recurso hídrico, ocasionado generalmente por acciones del hombre producto de la generación de vertimientos de aguas residuales, de vertimientos de origen doméstico, vertimientos de industrias, de actividades de producción agropecuarias y el transporte fluvial, marítimo y terrestres de sustancias peligrosas, así, como la generación de aguas de la actividad minera y residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios IDEAM (2001), teniendo en cuenta que gran parte de la población con un 78% tiene acceso al recurso hídrico potabilizado Andesco (2008), Álvarez (2008), comenta, que aún existen departamentos que padecen dificultades de calidad del agua para uso y consumo humano (Torres et al., 2010)

Hoy en día, es frecuente que los ríos en Colombia se utilicen como receptor de las aguas residuales, que se utilizan a su vez para la realización de actividades agrícolas y domésticas, tal es

el caso del río Bogotá, el cual atraviesa algunas de las zonas más densamente pobladas del país, y es uno de los más contaminados del sur del continente. (Alarcón., 2005, p. 353 - 365)

Históricamente, en Colombia existen sistemas de alcantarillado, pero es común que las aguas residuales de las diferentes actividades generalmente sean vertidas crudas a las fuentes hídricas, causando contaminación y problemas de salud pública, aunque existan sistemas de alcantarillado.

En este sentido, en Norte de Santander, durante los últimos tiempos la problemática ambiental principal está asociada al vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratamiento, el uso de agua sin concesiones y la alta demanda. Así mismo, en Ocaña, Norte de Santander, desde hace varios años existe una problemática de salud pública a causa de la contaminación de sus cuerpos hídricos y que actualmente no se han empleado modelos matemáticos para el manejo de la calidad del agua, como tampoco estudios concienzudos de las variables fisicoquímicas en cuanto a los índices I'COS, por lo que se han tenido estudios muy superfluos.

2.2 Marco contextual

Los ríos Tejo y Chiquito, atraviesan gran parte del municipio de Ocaña, Norte de Santander. La extensión de estos afluentes son de aproximadamente 7.300 metros para el Tejo y 4.030 metros para el Chiquito.

Para el Municipio las dos vertientes fueron de vital importancia para el consumo humano, animal y vegetal en sus inicios cuando la contaminación era poca. Hoy en día los dos reciben vertimientos que se presenta en gran parte de la población pese a que se ha venido mitigando con la puesta en marcha de proyectos como el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.

(Academia de historia de Ocaña)

Según la Academia de Historia de Ocaña, en 1578 se firmó un contrato por Gonzalo de Orta para sacar agua de los ríos y trasladarla a la plaza de la ciudad. Este es el documento más antiguo que hace referencia al uso del recurso hídrico por parte de la población. Anteriormente, en 1960 al río Tejo se le denominó Río Grande lo que a mediados del siglo XX pasa a ser Río Tejo. El afluente afecta a unas 45 mil personas residentes en los diferentes sectores iniciando dentro del perímetro urbano del sector de San Fermín y termina en la Plaza de Ferias y barrio Villa Mar. Los barrios que afecta el Río son los siguientes: San Fermín, Subestación Cens, La Quinta, Villanueva, El Molino, La Favorita, La Costa, El Tejarito, El Torito, Las Delicias, Santa Eudisia, Cementerio Central, Torcoroma, Villa Luz, La Modelo, Santa Marta, Marabelito, 20 de Julio, Marabel, Las Llanadas, San Rafael, Caracolí, Primero Mayo, Las Villas, Club Caza y Pesca, Lago Country, Paralelo a la avenida Francisco Fernández de Contreras, El Prado, Las Acacias, La Primavera, Las Palmeras, La Gloria, Plaza de Ferias, Villa Mar.

Por su parte el Río Chiquito afecta a unas 20.000 personas e inicia dentro del perímetro urbano en los Alpes y termina uniéndose al Río Tejo y se extiende por los barrios Los Alpes, Terminal de Transportes, Libardo Alonso, Barrio Quebrada El Tejar, Villa Sur, El Bosque, San

Antonio, La Piñuela, Tacaloa, El Palomar, La Luz, Hacaritama, San Agustín, Betania, La Popa, Villa Margarita, Martinete, El Uvito, Bruselas, El Playón, El Tope, El Retiro, Totumalito, Sesquicentenario, Caracolí. (Academia de historia de Ocaña).

Las dos vertientes ostentan una alta contaminación por todo tipo de vertimientos, máxime aguas residuales que generan malos olores, proliferación de roedores e insectos así como problemas de enfermedades respiratorias para los habitantes de algunos sectores.

Los dos ríos son subutilizados teniendo en cuenta que el municipio cuenta con el río Algodonal, principal afluente que surte el municipio para consumo. Sin embargo, existe preocupación constante por parte de los habitantes de los sectores de mayor influencia de las vertientes, debido a los problemas que generan y poca atención a dar soluciones a largo plazo.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Aguas servidas. Se denomina aquellos residuos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. (decreto 3930, 2010)

Fuentes Rivas et al. (2015) Debido a, “los vertimientos urbanos, de las actividades ganaderas, por procesos de escurrimientos agrícolas e industriales el agua se puede contaminar por materia orgánica” (p. 253 – 264)

2.3.2 Contaminante ambiental: Marchant (2009), Es todo aquel, que genera un peligro para la salud del hombre, que impacta los recursos vivos, a las condiciones ecológicas y atributos eco sistémicos, al presentarse sobre las condiciones ambientales, como toda clase de sustancias, en forma de energía, organismo vivo y demás. (Huertas, 2015)

2.3.5 Contaminación: la contaminación puede definirse como la introducción de una sustancia en el medio ambiente a niveles que llevan a la pérdida del uso benéfico de un recurso o la degradación de la salud de los seres humanos, la vida silvestre o los ecosistemas. (Mihelcic & Zimmerman, 2012)

2.3.6 Los contaminantes: Corey (1987) asegura que, “pueden ser biológicos virus, bacterias, hongos, artrópodos, etc.), químicos (sustancias químicas sintéticas clasificables según toxicidad, origen, estructura y función), y físicos (ruido, temperatura, radiaciones, humedad” (Huertas, 2015, p. 8 - 19)

2.3.7 Carga contaminante. Es el producto de la concentración másica promedio de una sustancia por el caudal volumétrico promedio del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio; en un vertimiento se expresa en kilogramos por día (kg/d). (DC, 2010)

2.3.8 Muestra compuesta. Es catalogada como una mezcla de muestras recolectadas de diferentes sitios o del mismo sitio pero a diferente tiempo (Resolucion 0062 de 2007)

2.3.9 Calidad de agua: se entiende como una correlación medible o cuantificable de exposición-efecto argumentada en demostraciones científicas entre el nivel de ciertos indicadores de la calidad del agua en cuestión y los peligros potenciales que esta puede ocasionar para la salud asociados con el uso del agua. (Salas, 2000)

2.3.10 Aspecto ambiental: Elemento de una actividad de producto y servicio de una organización que puede interactuar con el medio ambiente (instituto mexicano de normatización y certificación A.C., 2004)

2.3.12 Residuo o desecho. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. (ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial , 2007)

2.3.13 Aguas residuales municipales. Agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos. (Ras-2000, p.6)

2.3.14 Aguas residuales. Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos,

incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

(Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996)

2.3.15 Agua residual domestica(o sanitaria). Son las provenientes, principalmente, de viviendas, edificios comerciales, instituciones, etc. Pueden o no contener aguas subterráneas, superficiales o pluviales. (Ministerio de minas y energia , 2015)

2.3.16 Agua residual industrial. Agua residual en el cual predominan vertimientos industriales. (METCAF & EDD, 1995)

2.3.17 Vertimiento. Es cualquier descarga final al recurso hídrico, de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios o aguas residuales. (CORPONOR , 2009)

2.3.18 Vertimiento puntual. Es el que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo. (MINAMBIENTE , 2015)

2.3.19 Vertimiento doméstico. Acción de verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. (Norma Oficial Mexicana NOM-005-ECOL-1996)

2.3.20 Punto de descarga. Es el sitio seleccionado para la toma de muestras, en el que se garantiza que fluye la totalidad de las aguas residuales de la descarga. (Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996)

2.3.21 Parámetros. Factores medibles como la temperatura. (crites, tchobano, & lous, 2000)

2.3.22 Olor ofensivo. Es el olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana. (Ministerio de Salud y Protección Social , 2012)

2.3.23 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Se define como la concentración de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos, presentes en el agua o añadidos a ella para efectuar la medida la medición, en la oxidación de toda la materia orgánica presente en la muestra de agua. Su valor debe ser inferior a 8 MG/l, Para ser considerada como potable. (Marsilli, 2005)

2.3.24 Demanda química de oxígeno (DQO). Se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto en las aguas naturales como de las residuales. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO. (METCAF & EDD, 1995)

2.3.25 Materia orgánica de un agua residual. Pueden ser sólidos sedimentables o suspendidos o disueltos provenientes de vegetales, animales o compuestos de síntesis de

productos químicos orgánicos, degradables por la acción de microorganismos o no biodegradables. Son principalmente proteínas, compuestos del carbono y nitrógeno, grasas, aceites, hidrocarburos, hidratos de carbono, agentes tensioactivos, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles y no volátiles y otras estructuras más complejas. (santana & molina, 2010)

2.3.27 Sustancias químicas inorgánicas. En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua. (prim, 4.tecnun.es, 2010)

2.3.11 Impacto ambiental: Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultantes de las actividades, productos o servicios. (instituto mexicanode normatizacion y certificacion A.C., 2004, P.1)

2.3.28 ICOMI. Índice de contaminación por mineralización, que integra conductividad, dureza y alcalinidad. (ramirez, restrepo, & cardeñosa , índices de contaminacion para caracterizacion de aguas continentales y vertimientos, 2014)

2.3.29 ICOMO. Índice de contaminación por materia orgánica. Se obtiene a través de la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y por porcentaje de saturación de oxígeno, se

define entre un rango de 0-1 donde el aumento desde el valor más bajo se relaciona con el aumento de contaminación en el cuerpo del agua. (arias., 2010)

2.3.30 ICOSUS. Índice de contaminación por solidos suspendidos, solidos suspendidos por encima 340g/m_3 tienen icosus =1 , solidos suspendidos por debajo de 10 g/m_3 tienen icosus = 0. (jimez & velez)

2.3.31 ICOpH. “Índice de contaminación por pH”.

2.4 Marco teórico

Propiedades fisicoquímicas del agua.

Cada cuerpo de agua tiene un patrón individual de carácter físico y químico característico, determinado por las condiciones climáticas, geomorfológicas y geoquímicas que prevalecen en los sistemas hídricos superficiales y subterráneos del área de drenaje. Las características resumidas, tales como los sólidos totales disueltos, la conductividad eléctrica y el potencial, ofrecen una clasificación general de los cuerpos de aguas similares, presentes en la naturaleza.

El contenido de minerales, determinado por los sólidos totales disueltos, es un rasgo esencial en la calidad de cualquier cuerpo de agua y es consecuencia del balance entre disolución y precipitación. El contenido de oxígeno es un rango vital de cualquier cuerpo de agua, porque

está fuertemente influenciado por la solubilidad de los metales, esenciales para todas las formas de vida biológica.

La calidad química del ambiente acuático varía de acuerdo a la geología local, al clima, a la distancia, al océano y a la cantidad de suelo cubierto, entre otros factores.

Indices de calidad y de contaminación del agua.

La valoración de la calidad del agua puede interpretarse como una evaluación de su naturaleza química, física y biológica; con respecto a la calidad natural, los efectos del hombre y usos; con el objeto de hacer más fácil la interpretación de los datos de su monitoreo; en este sentido se han generado los índices de calidad de agua (ICAs), como los índices de contaminación (ICOs), en la que reducen una cierta cantidad de parámetros a una forma simple e interpretación tanto para técnicos, administradores ambientales y público general; la diferencia entre uno y otro radica en la forma en que ellos evalúan los procesos de contaminación y el número de variables en la fórmula respectiva para cada índice. (Gomez & Gomez Pacheco , 2009)

Valoración de la calidad del agua.

De acuerdo con la UNESCO/WHO/UNEP (1992), la valoración de la calidad del agua se refiere a una evaluación de la naturaleza tanto química, física y biológica, en relación con su calidad natural, lo cual el proceso de la valoración de la calidad del agua incluye el uso de monitoreos como una herramienta para definir la condición del recurso, lo cual tal monitoreo

abarca en el tiempo muestreos, mediciones estandarizadas, correlaciones de estaciones; con el fin de presentar datos que puedan ser usados como información y definir las condiciones, determinar tendencias y proveer información para verificar las relaciones causa-efecto. (Gomez & Gomez Pacheco , 2009)

Por otro lado, los ICA e ICO, consisten básicamente en una expresión matemática simple, de la combinación de un número de parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos algunas veces, los cuales se utilizan como medida de la calidad del agua para diferentes usos (Fernández & Solano, 2005); finalmente el valor numérico obtenido, que oscilan entre 0 a 100 y 0 a 1, se clasifica en diferentes rangos a los cuales se le asigna una descripción cualitativa del grado de contaminación del agua, con los cuales puede valorarse el recurso (Samboni, et al, 2007). (Samboni, Reyes T, & Carvajal E, 2011)

Hoy en día, a menudo se ha venido queriendo facilitar la interpretación de datos físicos, químicos y biológicos mediante los índices de calidad y contaminación del agua (ICA e ICO), para su realización se necesita simplemente de tres pasos fundamentales como la selección de las variables, la determinación de los subíndices para cada parámetro y la elección de la fórmula de agregación; entre los parámetros que más se tienen en cuenta son como el pH, oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), nitrógeno, fosfatos y sólidos totales (ST); de esta manera, su utilización no puede ser generalizado ya que se podría terminar realizando juicios subjetivos, además bajo un solo indicador no se puede evaluar la calidad del agua por lo que es importante también el estudio de cada parámetro, los indicadores ICA e ICO son los más

utilizados en algunos países de América y Europa, como su diseño e interpretación, que se basan en parámetros físico-químicos para su evaluación. (Samboni Ruiz, Carvajal Escobar, & Escobar, 2007)

En Colombia el estudio y la formulación de índices de la calidad de agua han sido abordadas desde 1997 principalmente por Ramírez. Tal conjunto de índices denominados ICO (Ramírez *et al.*, 1997). Tuvieron su base en los resultados de análisis multivariados de componentes principales de común utilización en monitoreos en la industria petrolera Colombiana (Ramirez, 1998; oleoducto Colombia-ecopetrol-ICP, 1993: Ocensa-Ecotest, 1997; BP Exploration, 1998; en Ramirez 1999), y han demostrado enormes ventajas sobre los ICA (WQI), debido a que como se ha ilustrado con anterioridad, los ICA generalmente, involucran un solo parámetro, numerosas variables que conllevan a diversos problemas como:

- No correspondencia del puntaje de la calidad de aguas con el grado de contaminación en uno o entre dos o más cursos de agua
- Falta de sensibilidad a fenómenos estacionales de unas u otras variables
- Dificultad de correlación con procesos de bioindicacion
- Perdidas sustancial de información

En el desarrollo de las formulaciones de estos índices de contaminación, se tuvieron en cuenta diversas reglamentaciones, tanto Colombianas como Internacionales, para diferentes usos de agua; así como registros de aguas naturales Colombianas y relaciones expuestas por otros autores en los ICA (Ramírez *et al.*, 1999), con el fin de potencializar su uso a diferentes situaciones y lograr en ellos una generalidad en su aplicación.

El procedimiento metodológico para las formulaciones de estos índices correspondió a la descrita en Ramírez *et al.* (1997) y (1999), la cual se describe de la siguiente manera:

- Asignación de valores de contaminación entre cero y uno a la escala de las variables
- Selección de la ecuación que permita relacionar el valor de la variable y su incidencia en contaminación
- Aplicación del análisis de regresión lineal por el método de mínimos cuadrados ordinarios a la relación entre el índice y el parámetro
- Ajuste de la ecuación estimada

Particularmente para el caso ICOpH, se tomó como referencia la relación presentada para esta variable en el ICA de la NSF con las siguientes modificaciones:

- Invertir la escala 0-1 a 1-0 (Calidad-Contaminación)
- Ajustar un ICO de cero a un pH neutro
- Ajustar los valores entre el extremo exterior y el promedio

Acontinuacion según la Universidad de Pamplona, (2014)






De acuerdo con este mismo autor (Ramírez y Viña, 1998 y Ramírez *et al.*, 1999), en primera instancia las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen a cuatro índices de contaminación complementarios e independientes de aplicación verificada, en la que se describe en la tabla 1, conocidos como:

Tabla 1*Índices de contaminación (ICO'S)*

INDICES DE CONTAMINACION (ICOS)			
ICOMI (Mineralización)	indices 3	Ecuaciones	Promedio aritmético
ICOMO (Materia Organica)	indices 3	Ecuaciones	Promedio aritmético
ICOSUS (Sólidos suspendidos) Directa	indices 1	Ecuaciones	Lectura
ICOTRO (Trófia) Directa	indices 1	Rangos	Lectura
ICOTEMP (Temperatura) Directa	indices 1	Ecuación	Lectura
ICO-PH (pH) Directa	indices 1	Ecuación	Lectura

Nota. La siguiente tabla muestra la subdivision del indice ICO, presentando un subindices con la cantidad de parametros y el medio de lectura o calculo de los mismos. Fuente: CETESB (2002).

en cuanto a los rangos establecidos del indice según la siguiente figura se tiene:

ICO	GRADO DE CONTAMINACION	ESCALA DE COLOR
0. – 0.2	Ninguna	
>0.2 – 0.4	Baja	
>0.4 – 0.6	Media	
>0.6 – 0.8	Alta	
> 0.8 – 1		

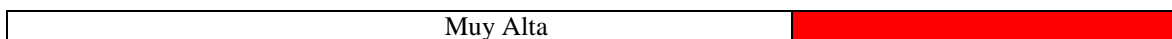


Figura 1. Significancia de los Indices de Contaminacion ICOS.

Fuente: Ramirez (1999).

La figura 1, muestra la relacion del indice ICO con forme a una cantidad numerica que indica el grado de contaminacion y la escala de color correspondiente.

Asi mismo se afirman en la siguiente tabla 2:

Tabla 2

Rangos de la clasificacion de la contaminacion del agua mediante los valores de los indices ICOS

VALOR DEL ICO	CLASIFICACION DE LA CONTAMINACIÓN
0 – 0.2	Muy baja
0.2 – 0.4	Baja
0.4 – 0.6	Media
0.6 – 0.8	Alta
0.8 – 1.0	Muy Alta

Nota. La siguiente tabla muestra como se fundamenta la informacion de la figura (1), en donde se evidencia las distintas fuentes. Fuente: CETESB (2002).

Conclusiones de la propuesta de Ramírez.

Como conclusión importante del autor se tiene que:

- ✓ Las ICO están diseñados para valorar problemas ambientales diferentes, no están correlacionados y son complementarios, por lo que una condición particular puede llevar

a que un estudio se implemente pocas variables relativas solo al problema de contaminación en cuestión

- ✓ Los índices ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOTRO, ICOpH, permiten cuantificar el grado de contaminación de las aguas respecto a su condición general y no a contaminantes específicos. Conjugan las propiedades más fundamentales de las aguas, y por esto son variables que regularmente se determinan en cualquier estudio limnológico o ambiental, muy a pesar de que la mayoría de ellas no está siquiera contempladas en la legislación nacional, razón por la cual cobran interés
- ✓ Los índices de contaminación por hidrocarburos, permiten una valoración certera de la incidencia de las actividades antrópicas y petroleras en componentes eco sistémicos acuáticos con gran susceptibilidad a su acumulación
- ✓ El ICOTEMP, de forma distinta a los índices anteriores, no otorga valores de condición.

También, Según Ott (1978), los ICA e ICO son unos mecanismos y herramientas que se tiene en la actualidad para interpretar la información generada en el monitoreo de una fuente, y hace una clasificación de acuerdo a sus usos, de la siguiente, manera:

Manejo del recurso, en este caso los índices pueden dar información a personas que toman decisiones sobre las prioridades del recurso.

Clasificación de áreas, los índices son usados para comparar el estado del recurso en diferentes áreas geográficas.

Aplicación de normatividad, en situaciones específicas y de interés, es posible determinar si se está sobrepasando la normatividad ambiental y las políticas existentes.

Análisis de la tendencia, el análisis de los índices en un tiempo determinado puede mostrar si la calidad ambiental ha mejorado, sigue lo mismo o peor.

Información pública, los índices pueden tener utilidad en acciones de concientización y educación ambiental.

Investigación científica, tiene el propósito de simplificar una gran cantidad de datos de manera que se pueda analizar fácilmente y proporcionar una visión de los fenómenos ambientales.

Por otro lado, según (Andrés, 2003) en cuanto a las técnicas de muestreo varían de acuerdo con la situación específica y según los objetivos previstos; algunos estudios requieren solamente muestras instantáneas o simples, mientras que en otros se necesita disponer de muestras compuestas o aún más elaboradas en tiempo y espacio. Muchas de las generalidades referentes a las técnicas de muestreo y conservación, se encuentran plasmadas en las Normas Técnicas NTC-ISO 5667-2 y 5667-3.

$$V_p = Q_p \frac{V_c}{N \times Q}$$

Se debe tener en cuenta en nuestro caso las muestras compuestas, que en la mayoría de los casos, se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos, la mayor parte de las muestras compuestas en el tiempo se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas de aguas residuales, el uso de muestras compuestas representa un ahorro sustancial en costo y esfuerzo del laboratorio comparativamente con el análisis por separado de un gran número de muestras y su consecuente cálculo de promedios; para estos propósitos, se considera estándar para la mayoría de determinaciones una muestra compuesta que representa un período de 24 h, sin embargo, bajo otras circunstancias puede ser preferible una muestra compuesta que represente un cambio, o un menor lapso de tiempo, o un ciclo completo de una operación periódica; para evaluar los efectos de descargas y operaciones variables o irregulares, tomar muestras compuestas que representen el periodo durante el cual ocurren tales descargas. (IDEAM, 1997)

A continuación en la tabla 3 se mostrara los diferentes nombres de los equipos o recipientes utilizados en la toma de muestra de agua potable:

Tabla 3

Equipos utilizados para el muestreo de aguas

EQUIPOS	APLICACIÓN	MATERIALES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Botella Nansen	colecta de fitoplancton	metal y recubierto con copa de teflón	se puede usar en serie	colecta poco volumen de muestra
Botella kemmerer existen	compuestos químicos Bacteriológicos Zooplancton	PVC latón y bronce acrílico y plástico	no genera contaminación	capacidad fija de 0.4 a 15 litros toxicidad debido al metal

Botellas van dorn	compuestos químicos Bacteriológicos Fitoplancton Zooplancton	PVC	no genera contaminación metálica	capacidad fija existen de 2 a 30 litros
Botellas comunes	compuestos químicos y Bacteriológicos	vidrios	bajo costo	no se puede controlar la profundidad del Muestreo
Bomba extractoras posibilidad	compuestos químicos Fitoplancton Zooplancton	acero inoxidable	puede coleccionar grandes volúmenes de forma continua	existe la de contaminación metaliza

Nota. La siguiente tabla muestra los distintos equipos o recipiente que se pueden utilizar para la toma de muestreo, en donde se describe sus características necesarias y la función de cada recipiente, Fuente: CETESB (2002).

En este sentido, en el siguiente estudio, se permitió evaluar los niveles de calidad del agua y su tendencia corrosiva en los morichales “Guaricongo” y “Los Caribes”, Municipio Heres, Ciudad Bolívar, estado Bolívar, en donde se determinaron parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos totales y disueltos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, dureza total, alcalinidad, calcio, magnesio, nitratos, sulfatos y cloruros), en el caso del procedimiento de muestreo, se colectó, en cada punto (M2, M3, M1, M4 y M5), tres (3) muestras de agua / punto de muestreo las cuales fueron colocadas en recipientes de plástico de polietileno de 1L de capacidad y almacenadas bajo refrigeración a 4°C, para luego ser trasladadas a un laboratorio; en cuanto los análisis de los parámetros físico químicos del agua se realizaron de manera in situ la temperatura del agua, el pH y el oxígeno disuelto (OD) utilizando un termómetro, el método electrométrico y método Winkler, respectivamente; posteriormente, se determinaron parámetros fisicoquímicos de acuerdo al Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (Clesceri et al., 1995; APHA, AWWA, WPCF, 1995),

también los valores de sólidos totales y disueltos, utilizando el método gravimétrico, en el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) 5-20 se utilizó la técnica de dilución y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) por el método colorimétrico, La Dureza Total fue determinada por el método titulométrico con EDTA y la Alcalinidad por el método titulométrico, simultáneamente se determinaron las concentraciones de calcio y magnesio por el método de espectrofotometría de Absorción Atómica por Llama y las concentraciones de nitratos (método de espectrofotometría ultravioleta), sulfatos (método turbidimétrico) y cloruros (Método argentométrico). (Mora Arellano & García, 2013).

Para este otro, se presenta la evaluación de la calidad de agua de un humedal artificial para el tratamiento de agua residual generada por la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia (IUCMA), en donde inicialmente se hizo una evaluación comparativa de la eficiencia de remoción de diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, fósforo, coliformes y algunos metales como níquel y zinc, para la obtención de la muestra compuesta se realizó el siguiente procedimiento, cada hora entre las 6 y las 18 horas se calcularon el caudal instantáneo (Q_i) del agua residual, así como parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, color, turbiedad, oxígeno disuelto y conductividad), que fueron medidos *in situ*; todas las muestras fueron conservadas y vigiladas de manera adecuada de tal forma que garantizara la integridad y la cadena de custodia de las muestras; en pocas palabras, antes de recolectar cada muestra, cada recipiente se purgó dos o tres veces con la misma agua hasta 1/3 de su capacidad, inmediatamente después de tomar la muestra, cada recipiente se tapó y se conservó a una temperatura de aproximadamente 4 °C hasta el momento del análisis, la toma

de muestras y los tiempos máximos para los análisis del agua residual se realizaron de acuerdo con las normas establecidas en la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM 2002) y con los procedimientos estándares establecidos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) en la norma NTC-ISO 5667-10 (ICONTEC 1995); toda muestra se identificó con la información necesaria, se rotuló y se llevó al laboratorio para su respectivo análisis; los dispositivos y equipos usados para la medición de los parámetros *in situ* fueron colorímetro (Hanna HI 93727), turbidímetro (Hanna LP 2000-11), conductivímetro (Hanna EC 214, Electrodo HI 76303), pH-metro (Thermo Scientific, OrionStar, Serie BI9092) y sensor de oxígeno disuelto (Hanna HI 2400, sonda HI 76407/2); en cuanto a la demanda química de oxígeno (DQO) se determinó utilizando un equipo estándar para espectrofotómetro (Macherey y Nagel, Nanocolor 500D); después la muestra compuesta del agua residual original, se caracterizó, por medio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos *ex situ* como acidez, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), carbono orgánico total (COT), fósforo, cloruros, nitritos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, sólidos suspendidos totales (SST), coliformes totales, coliformes fecales, arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc. (Bedoya Pérez, Ardila Arias, & Reyes Calle, 2014).

En este estudio, en el departamento de Córdoba, municipio de Ayapel, se realizaron cuatro muestreos con el fin de obtener información del agua residual del municipio como también de la calidad del agua en la zona de influencia en la Ciénaga de Ayapel, en puntos donde se presenta la mayor descarga de agua residual se determinaron las variables fisicoquímicas y microbiológicas, con el fin de determinar la calidad del agua de un sector de la ciénaga, principalmente en las

épocas de aguas bajas incluyendo la zona pelágica del sector E0; las tomas de se realizaron en un escenario de aguas bajas en descenso en febrero de 2005 (muestreo 1, M1), aguas bajas en marzo de (muestreo 2, M2), abril a aguas bajas en ascenso (muestreo 3, M3) y el periodo de junio , aguas altas en ascenso (muestreo 4, M4), en las estaciones E0, E1 y E2 se realizó la toma de muestras instantáneas a diferentes horas del día: mañana (6 a 9 a. m.), al medio día (11 a 2 p. m.) y en las horas de la tarde-noche (4 a 7 p. m.) con un intervalo de 4 horas, éstas fueron reportadas como hora 1, 2 y 3; utilizándose paramertros fisicoquímicas como temperatura ambiente, temperatura del agua, oxígeno disuelto (OD), el pH, el potencial redox, y la conductividad eléctrica, fueron medidas in situ a una profundidad de 0,40 m; a esta misma profundidad también se realizaron muestras para el análisis de los parámetros nitritos, nitratos, nitrógeno (amoniacal y total), fósforo soluble, fósforo total, sólidos (totales, suspendidos, sedimentables y disueltos), demanda química de oxígeno (DQO), para los análisis microbiológicos se realizaron el mismo día de toma de muestra como (coliformes fecales y totales); posteriormente, con el fin de establecer la significancia de las diferencias en el espacio, el tiempo y la hora de los registros del grupo de variables; además, se utilizaron el estimador no paramétrico de Kruskal-Wallis. (Chalarca Rodríguez, Mejía Ruiz, & Aguirre Ramírez, 2007).

En el siguiente estudio se presenta el calculo de la carga contaminante de acuerdo a los resultados obtenidos en los ultimos monitoreos realizados por la corporacion autonoma de la Frontera Nororiente CORPONOR en febrero del año 2009.

El monitoreo realizado en esta época consistió en la determinación en campo de los parámetros in situ y ex situ, los cuales se mencionan en las siguientes tablas a continuación:

Tabla 4

Parámetros in situ

PARÁMETROS IN SITU
Caudal
Temperatura del agua y ambiente
PH
Oxígeno disuelto
Conductividad

Nota. La tabla muestra las variable o parámetros in situ, objeto del monitoreo. Fuente: Corponor (2009).

Tabla 5

Parametros ex situ

PARÁMETROS EX SITU
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)
DQO (Demanda química de oxígeno)
SST (sólidos suspendidos totales)
Coliformes Fecales y Totales
Nitrogeno

Nota. La tabla muestra las variable o parámetros ex situ, objeto del monitoreo. Fuente: Corponor (2009).

Durante el monitoreo señalado anteriormente llevaron a cabo la ejecución de toma de muestras y aforos de la siguiente manera.

- Toma de muestra para analisis ex situ: cada seis (6) horas para un total de cuatro (4) muestras por día para cada uno de los parámetros señalados
- Muestra in situ exceptocaudal: cada hora, para un total de veinticuatro (24) mediciones diarias de cada uno de los parametros señalados
- Caudal: cada seis (6)horas, para un total de cuatro (4) resultados por día

La frecuencia de monitoreo por punto es de 48 horas ininterrumpidas monitoreando simultaneamnete 3 puntos; para el monitoreo se dispuso de dos equipos de trabajo en cada punto, los cuales se alternaban en las jornadas noche y día.

Acontinuacion se muestran los resultados de los analisis in situ en la siguiente tabla 6:

Tabla 6

Resultados analisis in situ

Estación	pH	T° Amb °C	T° Agua °C	OD(Mg/L)	Cond(µs)
-----------------	-----------	------------------	-------------------	-----------------	-----------------

Bocatoma El Rosal	7.71	11.77	9.97	6.93	25.69
Bocatoma Monteandro	7.66	14.10	13.56	7.03	114.28
Radio FM Curva de los Adioses	7.60 8.55	12.07 15.43	10.52 14.86	6.18 3.99	110.44 180.63
Puente Ulaga	7.26	17.06	16.02	6.87	197.29
Control Villa Marina	7.69	18.44	17.04	6.80	165.00
Control El Diamante	8.67	21.26	19.69	5.30	131.88
La Don Juana	7.60	24.21	23.69	6.56	187.92
Isçalá	8.42	22.29	20.40	7.28	263.33
La Garita	8.85	21.84	20.20	5.90	155.00
Bocatoma Cúcuta	7.58	23.33	22.73	6.68	218.90
Puente San Rafael	8.48	22.48	21.13	7.54	248.75
S. Tachira 1	8.67	24.73	23.62	6.02	213.96
S. Tachira 2	7.73	26.10	24.63	4.59	392.29
Caño Picho	8.09	25.00	23.94	5.18	436.67
El Cerrito	8.08	26.73	26.38	2.80	365.00
Rio Enfermo	7.29	30.19	27.98	3.57	450.00
Brisas Del Quindio	7.75	27.42	27.46	3.97	415.42
Sector El Babillo	7.71	25.63	24.17	2.84	428.75
Paso De Los Ríos	8.35	24.92	24.63	5.84	365.00
Agua Clara Puenta Angosto	7.21 7.109	28.00 26.31	26.53 26.46	5.13 3,85	424.86 246.02

Nota. Se presentan los resultados de los analisis in situ de algunos parametros, con el objeto de comparar en nuestro resultados de nuestra investigacion.

Asi mismo se muestran los resultados de manera ex situ en la siguiente tabla 7:

Tabla 7

Resultado analisis ex situ

PUNTO	SS Mg/L	DQO MgO2/I	DBO MgO2/I	TURBIEDAD NTU	Nitrogeno Total MgN/I
El rosal	14.06	8.54	5.10		4.58
Monte dentro	16.51	9.23	6.13		7.10
Radio FM	20.16	17.69	10.73		10.99
Curva de los Adioses	65.88	94.59	60.08		12,35
Puente Ulaga	52,60	35,35	19.34	38.58	4.86
Control Villa Marina	25.83	14.55	8.60	23.25	3.88
Control El Diamante	19.14	20.75	12.33	21.66	4.35
La Don Juana	30.60	28.67	17.47	27.83	6.84
Isalá	30.60	28.67	17.47	27.83	6.87
La Garita	32.66	31.19	19.02	27.83	7.16
Bocatoma Cucuta	32.33	6.50	4.56	33.98	4.48
Puente San Rafael	36.20	32.53	19.86	28.71	6.35

Sector Táchira 1	50.33	16.76	10.08	56.30	5.60
Seactor Táchira 2	59.39	29.43	19.20	58.11	6.20
Caño Picho	102.51	54.61	35.20	82.41	6.38
El cerrito	75.68	35.24	21.33	71.25	9.03
Río Enfermo	64.29	26.65	16.79	56.06	8.64
Brisas del Quindío	89.73	32.18	18.40	72.29	9.55
Sector del Babillo	128.33	47.33	29.60	86.82	8.57
Paso de los Ríos	166.50	38.15	24.53	94.22	9.70
Agua Clara	56.44	24.52	15.79	67.24	7.71
Puente Agosto	100.01	24.37	15.26	108.14	9.65

Nota. Se presentan los resultados de los análisis ex situ de algunos parámetros, con el objeto de comparar en nuestros resultados de nuestra investigación.

2.5 Marco legal

Decreto 3930 de 2010: “tiene como propósito determinar y establecer las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos a cuerpos hídricos, al suelo y a los alcantarillados”. (DC, 2010).

Decreto 901 de 1997: “el objeto de la presente norma es reglamentar las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de vertimientos puntuales”. (Ministerio Del Medio Ambiente, 1997).

Decreto 3400 de 2004: “Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones, el Presidente de la República de Colombia, en uso de sus facultades constitucionales y legales, en especial las conferidas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y el artículo 42 de la Ley 99 de 1993” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2004).

Constitución política de Colombia 1991, artículo 79: “establece que todas las personas de Colombia tiene derecho a gozar de un medio ambiente adecuado, lo cual el estado tiene como deber proteger la integridad y diversidad del ambiente”. (Secretario General, Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

Resolución 0631, 17 de marzo del 2015: “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”. (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2015).

RAS 2000, sección II, título e, tratamiento de aguas residuales: “El propósito del siguiente título es fijar los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales” (MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO , 2000).

Según la NORMA TECNICA COLOMBIANA PARA LA TOMA DE MUESTRA NTC 813 tiene como objetivo establecer los requisitos físicos, químicos, y microbiológicos que debe cumplir el agua potable, así también como las metodologías de toma de muestra.

Norma técnica Colombiana NTC-ISO 5667-1 establece los principios que debe tener los programas de muestreo en control de la calidad, caracterización e identificación de fuentes contaminantes, enfocando las instrucciones de muestreo específicas.

Otras normas:

NTC-.ISO 5667/2: 1995 Gestión Ambiental, calidad de agua, muestreo, parte 2 guía general para las técnicas de muestreo.

NTC-.ISO 5667/3: 1995 Gestión Ambiental, calidad de agua, muestreo, parte 3 guía general para la conservación y manejo de muestras.

NTC-3650-1: 1998 Gestión Ambiental, calidad de agua, vocabulario parte 1 (ISO 6107/1).

NTC-3650-2: 1999 Gestión Ambiental, calidad de agua, vocabulario parte 2 (ISO 6107/2).

Capítulo 3: Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Según su alcance, las investigaciones pueden ser exploratorias, descriptivas, correlacionales, cuantitativas, cualitativas y explicativas; estos tipos de investigación suelen ser las etapas cronológicas de todo estudio científico y cada una tiene una finalidad diferente: primero se 'explora' un tema para conocerlo mejor, luego se 'describen' las variables involucradas, después se 'correlacionan' las variables entre sí para obtener predicciones rudimentarias, y finalmente se intenta 'explicar' la influencia de unas variables sobre otras en términos de causalidad, teniendo en cuenta las variables numéricas y cualidades de lo que se quiere. (Cazau, 2006).

De acuerdo al proyecto investigativo, se presentan dos tipos de investigación tanto descriptiva como cuantitativa.

Descriptiva por qué, es catalogada como un método científico que implica observar y describir el comportamiento de algo sin influir sobre él de ninguna manera, También por qué es útil cuando no es posible comprobar y medir el gran número de muestras que son necesarias para investigaciones de tipo cuantitativo; además, la investigación descriptiva es frecuentemente usada como un antecedente a los diseños de investigación cuantitativa, representa el panorama general destinado a dar algunos valiosos consejos acerca de cuáles son las variables que valen la pena probar cuantitativamente. (Shuttleworth, 2008).

Cuantitativa, por qué, reúne información que puede ser medida, lo cual se centra más en el conteo y clasificación de características y en la construcción de modelos estadísticos y cifras para explicar lo que se observa; además, por qué, hace uso de herramientas tales como cuestionarios, encuestas, mediciones, monitoreos y otros equipos para recoger información numérica o medible; no obstante, la investigación Cualitativa presenta en un proyecto mayor seguridad con cifras en forma de gráficos. (Explorable, 2009). Por otra parte, sampieri, collado, & lucio , (2006), se refiere “que un enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

Entonces partiendo de lo anterior se dice que el proyecto tiene cabida en la parte cuantitativa, debido a las mediciones de los parámetros de las aguas residuales que se usaran para determinar la calidad de agua teniendo en cuenta los índices I’COS de ambos ríos Tejo y Chiquito del municipio de Ocaña, ya que son resultados de carácter numérico y estadísticos, que permiten modelarse o graficarse; así mismo, porque se aplican las respectivas mediciones y monitoreos, como también los equipos respectivos que recogen y arrojan la información.

Con una cabida descriptiva, porque se tiene en cuenta la descripción de algunas variables fisicoquímicas de agua residual y la caracterización de la misma, así como los aspectos visuales que se pueden distinguir y diferenciar en los cuerpos de aguas mencionados, teniendo en cuenta las condiciones físicas y medio ambientales de las zonas de estudio que es traducido como conjunto formando un todo.

Fases del proceso de estudio.

Fase 1. Indagación, búsqueda, recopilación y selección de información. Es la necesaria para generar el documento con forme a una base teórica y referencial con el fin de soportar la investigación de manera acertada y creíble.

La fase 1 se realizara mediante consultas sistematizadas y de campo, como estudios que se han hecho a nivel municipal y regional, indagación en corporaciones y empresas de la región, compendio de ponencias, de artículos, de proyectos, de tesis doctorales, de libros académicos y demás protocolos y documentos concerniente al tema.

Fase 2. Identificación, localización y selección de puntos a monitorear o puntos de muestreo, selección de equipos y recipientes muestreo, mediciones y cálculo de caudales, toma de muestra, preservación y transporte de la misma. Es detener en cuenta, que aquí se dispondrán de seis (6) puntos de muestreo en dos temporadas o tiempos, lluviosos y secos, ubicados a lo largo del río Tejo y Chiquito; es decir, dos (2) puntos para el río Tejo, dos (2) puntos para el río Chiquito, otro punto en la unión de ambos ríos y otro punto durante la trayectoria de su unión.

La localización de los puntos de monitoreo o muestreo se realizara mediante la aplicación y utilización de herramientas de sistemas de información geográfica como QGIS 2.18.2, Google Earth. Para la selección de equipos y recipientes se tendrá en cuenta los fundamentos teóricos consultados, los recipientes para la toma de muestra serán de plástico con capacidad de un litro y de vidrio de 250 mililitros. La medición de caudales se tendrá en cuenta el método flotador en el

que consiste medir la distancia de un punto A-B del río, en la que se dispone una pelota pequeña de icopor desde el punto A hasta el punto B, y con la utilización de un cronometro se mide el recorrido de la pelota; además, se deberá medir la profundidad y el ancho de ambos puntos A-B. Para las tomas de muestra de agua residual se realizarán muestras compuestas, en la que consiste para este caso tomar muestras por intervalos de 15 minutos durante un periodo de una hora, que serán dispuestas en un balde esterilizado, para posteriormente tomar un litro de muestra a estudiar. Por ultimo para el transporte y preservación de la muestra se utilizara una cava y unos geles de tal modo que mantenga la temperatura ambiente.

Fase 3. Análisis de laboratorio de las muestras de agua residual, análisis de encuestas dirigidas a la comunidad, formación y generación de resultados. Esta fase contempla lo siguiente:

Análisis de parámetros fisicoquímicos: Fosfatos, oxígeno disuelto (OD), potencial de hidrogeno (pH), conductividad, alcalinidad, turbiedad, dureza, demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxigeno (DQO) y solidos suspendidos (SS).

Análisis de parámetros microbiológicos: Coliformes totales.

Curva de parámetros y caudales para primeras y segundas muestras, temporada lluviosa y temporada seca. Las curvas se realizar con las herramientas de graficas disponibles en el software Word.

Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de los índices ICOS.

Análisis de parámetros conforme se ajusten a la resolución 0631 del 2015.

Análisis general de parámetros conforme a otros estudios realizados por ESPO.

Fase 4. Con base a los resultados y estudios obtenidos, se identificarán las causas más representativas de contaminación, así mismo, se identificará el río y los puntos de toma más críticos por contaminación. Y posteriormente la formulación de alternativas de control. Para ellos es necesario conocer previamente la calidad de los cuerpos hídricos y los análisis de los resultados arrojados, para posteriormente disponer en lo posible de unas estrategias de control que coadyuve a mejorar.

Para la identificación de los puntos más contaminado o críticos se tendrá en cuenta la sumatoria de los índices ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOPH. Ambas sumatorias se hace para las dos temporadas de muestreo de cada punto. A continuación la siguiente ecuación:

Punto crítico:

$$T1ICOMI+T2ICOMI+T1ICOMO+T2ICOMO+T1ICOSUS+T2ICOSUS+T1ICOPH+T2ICOPH$$

Para la identificación del río más contaminado, se tendrá en cuenta la suma de los índices de los puntos del río al que pertenece. A continuación la siguiente ecuación:

Rio crítico: punto crítico del sector A + punto crítico del sector B

Nota 1: En tal caso, que la metodología *Standard Methods for Water and Wastewater Examination* presentara inconvenientes, estaría sujeto a las consideraciones de nuestra directora de investigación.

Nota 2: de acuerdo al instructivo para la toma de muestras de aguas residuales del IDEAM con código T10187, versión 3, se seleccionaron los equipos y materiales, los procedimientos, los aforos para las respectivas tomas de muestra.

Nota 3: En tal caso que lo anterior no sea posible, se tendrá presente lo estipulado en el RAS 2000 en su sección II título E capítulo E2, sobre la recolección y preservación de la muestra, aforos o medición de caudal, rótulos, transporte al laboratorio, recipientes para la muestra, cantidad, preservación; así mismo, la NTC-ISO 5667-10 sobre muestreo de aguas residuales. O la combinación de ambos.

3.2 Población

Durante el trayecto de los ríos Tejo y Chiquito por el municipio de Ocaña se cuenta con dos tipos de población, una la que pertenece al Chiquito y otra al Tejo, en este sentido se encuentran ubicados los barrios San Fermín, Subestación Cens, La Quinta, Villanueva, El Molino, La Favorita, La Costa, El Tejarito, El Torito, Las Delicias, Santa Eudisia, Cementerio centro, Torcoroma, Villa Luz, La Modelo, Santa Marta, Marabelito, 20 de julio, Marabel, Las Llanadas,

San Rafael, Caracolí, 1 Mayo, Las Villas, Club Caza y Pesca, Lago Country, Paralelo a la avenida Francisco Fernández de Contreras, El Prado, Las Acacias, La Primavera, Las Palmeras, La Gloria, Plaza de Ferias, Villa Mar y los barrios Los Alpes, Terminal de Transporte, Libardo Alonso, Barrio Quebrada El Tejar Villa Sur, El Bosque, San Antonio, La Piñuela, Tacaloa, El Palomar, La Luz, Hacaritama, San Agustín, Betania, La Popa, Villa Margarita, Martinete, El Uvito, Bruselas, El Playón, El Tope, El Retiro, Totumalito, Sesquicentenario, Caracolí respectivamente; en donde a lo largo del río Tejo se encuentran ubicados varios vertimientos como punto Cootransregional, Punto Pesca y Coma, Punto Puente la Normal, Punto Puente La Federación y finalmente Punto Las Ferias (Vertimiento Final) y así mismo diferentes vertimientos en el río Chiquito.

3.3 Muestra

Se puede considerar que una muestra es la extracción representativa de una materia, en este caso la extracción de una porción de agua residual. En este proyecto de investigación se pretende realizar tomas de muestras compuestas debido a la variación de las descargas, las cuales se realizaran en diferentes puntos durante el recorrido del río Tejo y Chiquito.

Muestra 1: Cárcel la Modelo río Tejo

Muestra 2: Villa Margarita río Chiquito

Muestra 3: Unión de los ríos Tejo y Chiquito

Muestra 4: La Pradera entrada del río Tejo al casco urbano

Muestra 5: Palomar parte baja río Chiquito

Muestra 6: La Gloria y las Ferias salida del río del casco urbano

Por otro lado, se requiere la utilización de rótulos o etiquetas de tomas de muestra, que permitan brindar información acerca de las muestras de agua residual, en la siguiente etiqueta o rotulo fue elaborado bajo los conocimientos teóricos de los autores ajustado a los documentos investigativos indagados y recopilados, como se muestra en la figura 2.

ETIQUETAS PARA MUESTRA DE AGUA			
Responsable del muestreo		Firma	
Municipio	Localidad	Coordenada	Posible dirección
Fecha del muestreo	dd/mm/aaaa	Hora (hh:mm)	
Tipo de muestra	Punto de toma	Tipo de agua	

Figura 2. Rótulos de Toma de Muestra.

3.4 Recolección de información

La recopilación de información será necesaria para llevar a cabo la realización del proyecto, se hace bajo el uso de fuentes secundarias y primarias. Como fuente secundaria se hace de tal manera como la utilización del internet, análisis de documentos, también de estudios realizados por estudiantes, la alcaldía Municipal de Ocaña, CORPONOR, ESPO y demás autores que nos facilitan información para hacer esto posible.

Como fuente primaria la recopilación de información se realizara mediante trabajo de campo que es elaborada por los mismos autores, lo cual consiste en observaciones, apuntes en bitácora, cámara fotográfica, GPS, toma de muestras, la realización de encuestas y la georreferenciación e implementación de sistemas de información geográfica.

3.5 Análisis de información

Para el análisis de las variables se empleara el uso del laboratorio de aguas ubicado dentro del Campus Universitarios Francisco de Paula Santander Ocaña, para generar los resultados obtenidos de este estudio, que serán la base de las conclusiones y de las posibles alternativas de control que se planteen.

No obstante, la información recopilada será captada directamente por los autores del proyecto, permitiendo una manera directa y así establecer parámetros definidos para hacer el estudio de manera efectiva, con el uso de software como lo son Excel, Word, AutoCAD, ICATEST V 1.0® y sistemas de información geográfica.

Por tanto para los análisis se tiene en cuenta lo siguiente:

Para los cálculos de caudales durante la fase 2, se tendrá en cuenta las ecuaciones de las que dispone la metodología del flotador.

Medición de la velocidad.

La velocidad de la corriente de agua del río se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$1: \text{Velocidad} = \text{Distancia (A-B)} \div \text{Tiempo de recorrido}$$

Tiempo recorrido: se suman las cantidades de tiempo sobre el número de veces realizadas

Medición del área de la sección transversal del río.

El área de la sección transversal AT del río se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$2: \text{AT} = \text{Ancho} \times \text{Profundidad Promedio} = \text{hm} \times \text{Ar}$$

Ancho: la suma de todos los anchos sobre el número de veces realizado.

Profundidad promedio: la suma de tomas las profundidades sobre el número de veces realizadas.

Cálculo del Caudal del río.

$$3: \text{QR (m}^3/\text{s)} = \text{Velocidad (m/s)} \times \text{Area (m}^2\text{)}$$

Por otro lado para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los que se habla en la fase 3, se dispondrá de la metodología Standard Methods for Water and Wastewater Examination y filtración por membrana de la norma SM 9222H.

Para la realización de la evaluación de la calidad del agua de la que dispone la fase 3, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Índice de contaminación por mineralización ICOMI:

Integra conductividad, dureza y alcalinidad.

$$\text{ICOMI} = \frac{1}{3} (\text{I. conductividad} + \text{I. Dureza} + \text{I. Alcalinidad})$$

Donde:

$$I_{\text{Conductividad}} = \text{Log}_{10} I_{\text{Conductividad}} = 3.26 + 1.34 \text{Log}_{10} \text{conductividad} (\mu\text{S/cm})$$

$$I_{\text{Conductividad}} = 10^{\text{Log. I. Conductividad}}$$

Conductividades mayores a 270 $\mu\text{S/cm}$, tienen un índice de conductividad = 1

$$I_{\text{Dureza}} = \text{Log}_{10} \cdot I_{\text{Dureza}} = -9.09 + 4.40 \text{Log}_{10} \cdot \text{Dureza} \left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}} \right)$$

$$I_{\text{Dureza}} = 10^{\text{Log. I. Dureza}}$$

Dureza mayores a 110 mg/lt tiene un índice = 1

Dureza menores a 30 mg/lt tiene un índice = 0

$$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005 \text{Alcalinidad} \left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}} \right)$$

Alcalinidades mayores a 250 mg/lt tienen un índice de 1

Alcalinidades menores a 259 mg/lt tienen un índice de 0

Índice de contaminación por materia orgánica ICOMO:

Conformado por demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), Coliformes Totales y porcentaje de Saturación de Oxígeno.

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{Coliformes} + I_{Oxigeno\%})$$

Dónde:

$$I_{DBO} = -0.05 + 0.70 \log_{10} DBO \left(\frac{mg}{L} \right)$$

$$DBO > 30 \text{ (mg/l)} = 1$$

$$DBO < 2 \text{ (mg/l)} = 0$$

$$I_{Coliformes\ Totales} = -1.44 + 0.56 \log_{10} Col. Tot. \left(\frac{NMP}{100ml} \right)$$

$$Coliformes\ Totales > 20.000 \text{ (NMP/100 ml)} = 1$$

$$Coliformes\ Totales < 500 \text{ (NMP/100 ml)} = 0$$

$$I_{Oxigeno\%} = 1 - 0.01 Oxigeno\%$$

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen un índice de oxígeno de 0

Para sistemas lenticos con eutrofización y porcentajes de saturación mayores al 100% se sugiere reemplazar la expresión por:

$$I_{Oxigeno\%} = 0.01 Oxigeno\% - 1$$

Índice de contaminación por solidos suspendidos – ICOSUS:

$$ICOSUS = -0.02 + 0.0003 \text{SolidosSuspendidos(mg/L)}$$

$$\text{Solidos Suspendidos} > \text{a } 340 \text{ mg/l tienen un ICOSUS} = 1$$

$$\text{Solidos Suspendidos} < \text{a } 10 \text{ mg/l tienen un ICOSUS} = 0$$

Indice de contaminacion por pH –ICOpH.

$$\text{ICOpH} = \frac{e^{-31.08+3.45\text{pH}}}{1+e^{-31.08+3.45\text{pH}}}$$

en cuanto a los rangos establecidos para los mismos se tiene de acuerdo a la figura 1.

ICO	GRADO DE CONTAMINACION	ESCALA DE COLOR
0. - 0.2	Ninguna	
>0.2 – 0.4	Baja	
>0.4 – 0.6	Media	
>0.6 – 0.8	Alta	
> 0.8 – 1	Muy Alta	

Por otro lado se tiene la implementacion del software ICATEST V 1.0® que funciona como una herramienta de apoyo a la investigación que facilita los procedimientos de cálculo de cada gran número de índices de calidad de agua y contaminación, en especial y fundamentalmente para los ICOS. (Fernández, Ramos, & Solano, 2004)

Para los análisis de los parámetros conforme a la resolución, se tendrá en cuenta lo dispuesto sobre los valores límites máximos permisibles (LMP) en aguas residuales, de acuerdo al artículo 8 del capítulo V de la resolución 0631 del 2015.

Capítulo 4: Administración del proyecto

4.1 Recursos humanos

Director del proyecto.

Yeeny Lozano Lazaro

Ingeniera ambiental

Especialista en gestión ambiental

Investigadores del proyecto.

Hemell Fabian Quintero Vega Estudiante de Ingeniería Ambiental

Ingrith Catalina Díaz Flórez Estudiante de Ingeniería Ambiental

Otros.

Hever Augusto páez

Comunicador social

4.2 Recursos institucionales

Biblioteca Argemiro Bayona, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Hemeroteca de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Oficina de la Facultad de ciencias agrarias y del medio ambiente de la Universidad Francisco de

Paula Santander Ocaña

CORPONOR.

Administración municipal de Ocaña Norte de Santander

Oficinas de planeación del municipio de Ocaña Norte de Santander.

4.3 Recursos financieros

Tabla 8

Recursos financieros

PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE GRADO		
CONCEPTO	UFPSO	ESTUDIANTE
Papelería		20.000 \$
Transporte		50.000 \$
Impresiones		40.000 \$
Aforos		10.000 \$
Toma de Muestra	110.000 \$	10.000 \$
Análisis de Laboratorio		
pH	103.200 \$	
Conductividad	86.400 \$	
OD	228.000 \$	
DBO	480.000 \$	
DQO	696.000 \$	
SST	294.000 \$	
Fosfatos	300.000 \$	
Dureza	218.400 \$	
Alcalinidad	207.600 \$	
Turbiedad	192.000 \$	
Coliformes	312.000 \$	312.000 \$
Aportes tecnológicos	-----	
Empastes		20.000 \$
Elementos de Protección personal		200.000 \$
Imprevistos		50.000 \$
TOTAL	3'227.600 \$	512.000 \$

Nota. La tabla muestra la distribución del recurso financiero por actividad y equipos, donde se muestra específicamente el costo a cargo del estudiante y los aportes a cargo de la universidad.

4.4 Cronograma de actividades

Tabla 9

Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
PROYECTO: EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS TEJO Y CHIQUITO, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ICO'S, DENTRO LA ESTRUCTURA URBANA DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER).				
ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	RESPONSABLES
Revisión y recopilación de información	x			autores
Análisis de información inicial	x			autores
Selección de datos necesarios para el desarrollo del proyecto	x			autores
Elaboración del marco referencial	x			autores
Selección de puntos específicos a muestrear	x			autores
Implementación de sistemas información geográfica	x			autores
Realización de aforos		x	x	autores
Tomas de muestras		x	x	autores
Análisis de laboratorio de muestras		x	x	autores
Evaluación de los resultados de laboratorio			x	autores
Determinación y formulación de alternativas para mitigar o controlar el impacto de las cargas contaminantes al río Tejo y Chiquito				
Elaboración de informe final			x	autores

Nota. La tabla muestra el tiempo en que demorara cada actividad, así mismo como los responsables de su ejecución.

Capítulo 5: Presentación de resultados

5.1 Localización, ubicación y delimitación geográfica de las zonas de estudio

5.1.1 Localización geográfica de la zona de estudio.

En la siguiente figura 3, de manera macro se identifica la ubicación de la zona de estudio dentro del territorio nacional, así mismo, con la localización dentro del departamento al que pertenece. Tener claro, que las siguientes salidas graficas fueron elaboradas bajo el sistema de referencias MAGNA SIRGAS COLOMBIA BOGOTA ZONE.

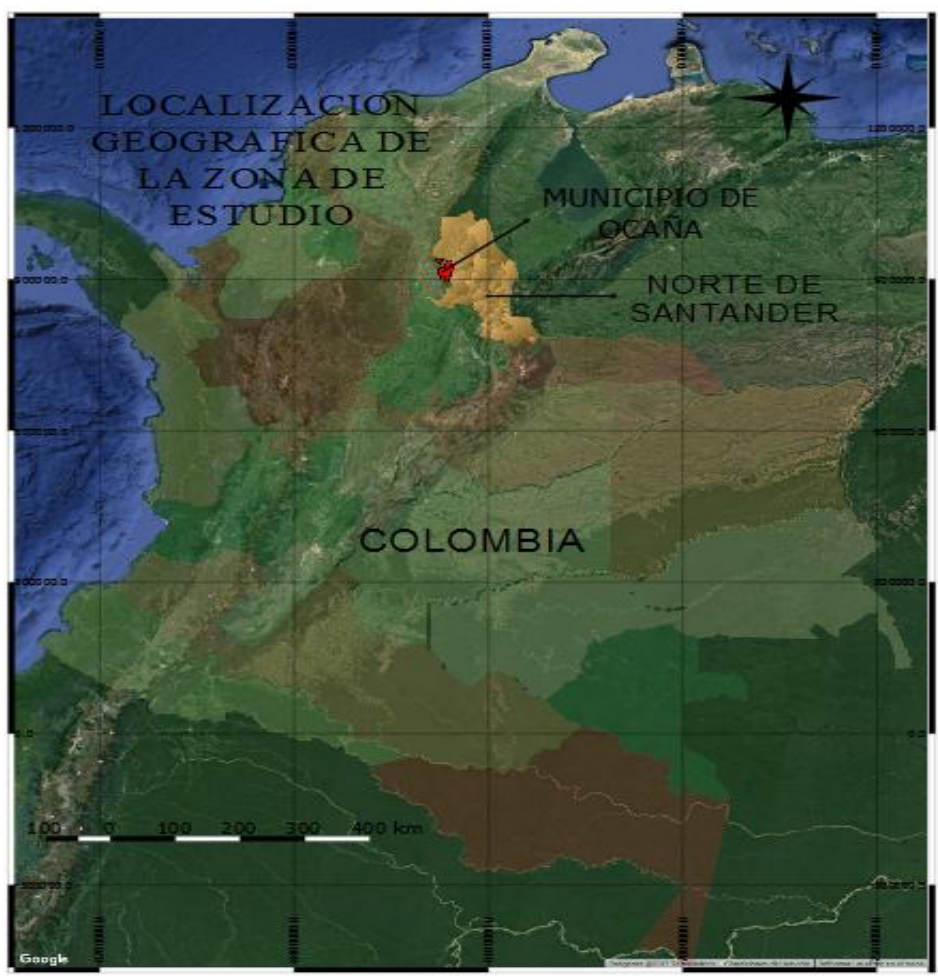


Figura 3. Localización Geográfica de la Zona de Estudio.

Fuente: QGIS Desktop 2.18.2.

5.1.2 Localización y delimitación geográfica de la zona de estudio.

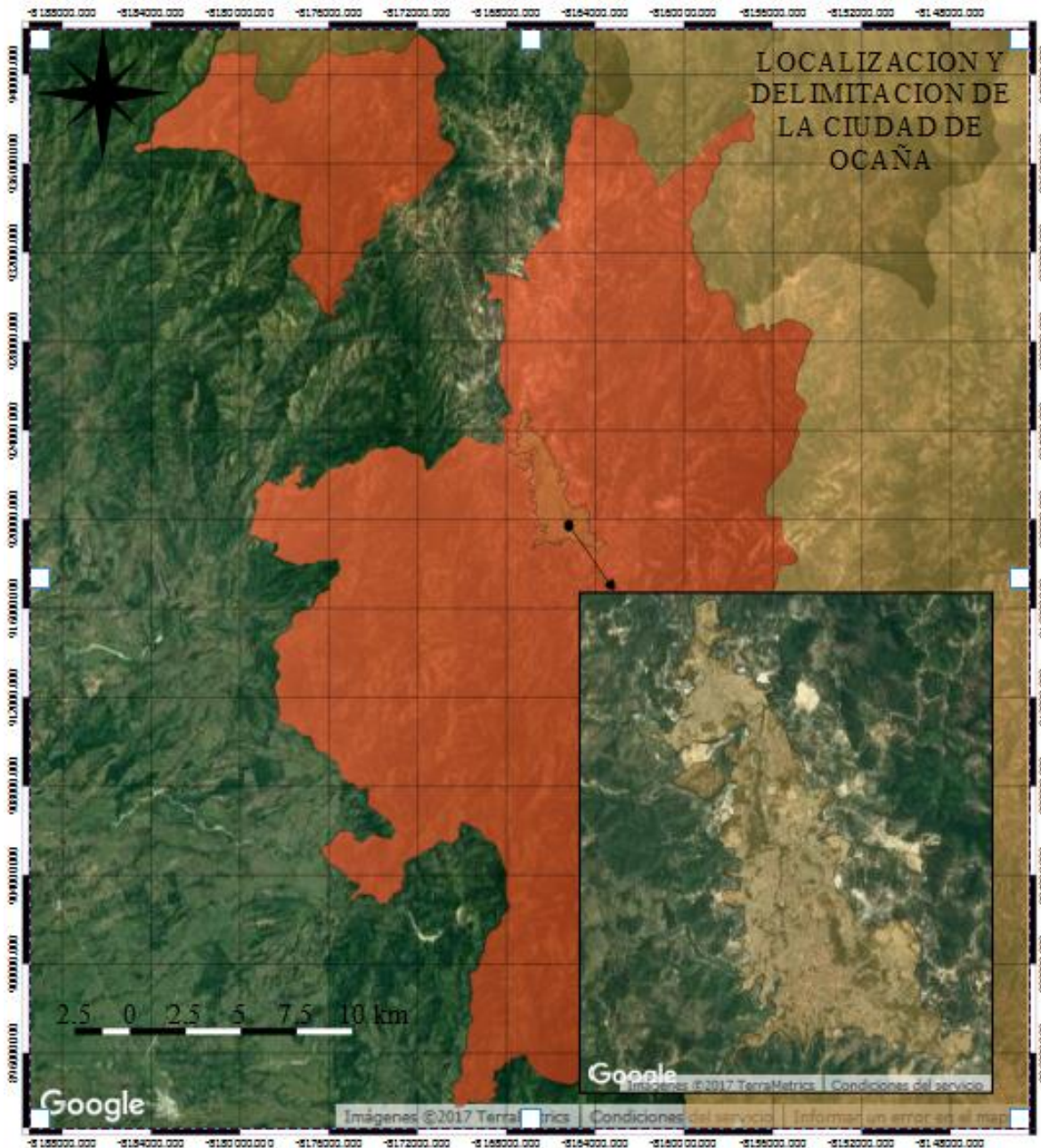
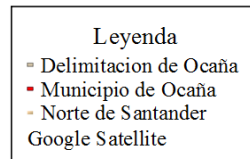


Figura 4. Localización y Delimitación de la Ciudad de Ocaña.

Fuente: QGIS Desktop 2.18.2.

Se puede evidenciar en la salida grafica de manera más detallada la delimitación del municipio y de la ciudad de Ocaña. A continuación evidenciamos la leyenda de la presente salida gráfica:



5.1.3 Localización geográfica del rio tejo y rio chiquito dentro de la estructura urbana del municipio de Ocaña, Norte de Santander

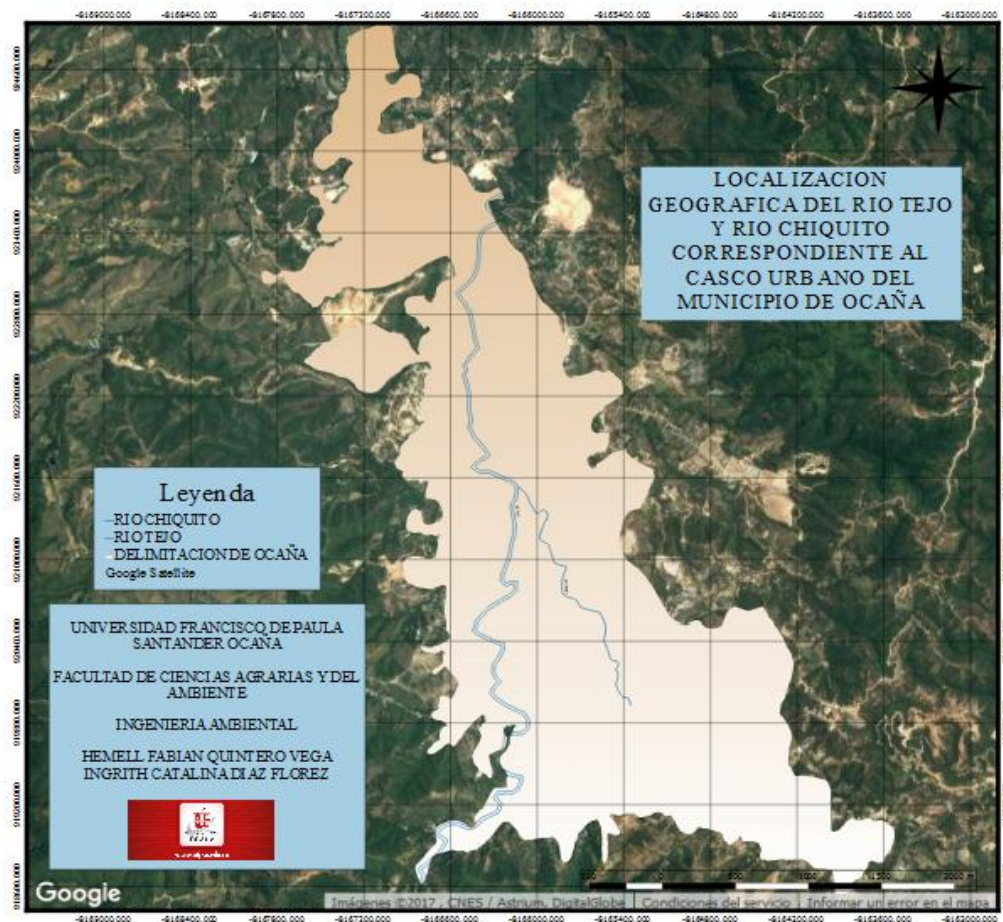


Figura 5. Localización Geográfica del Rio Tejo y Rio Chiquito Correspondiente al Casco Urbano del municipio de Ocaña.

Fuente: QGIS Desktop 2.18.2.

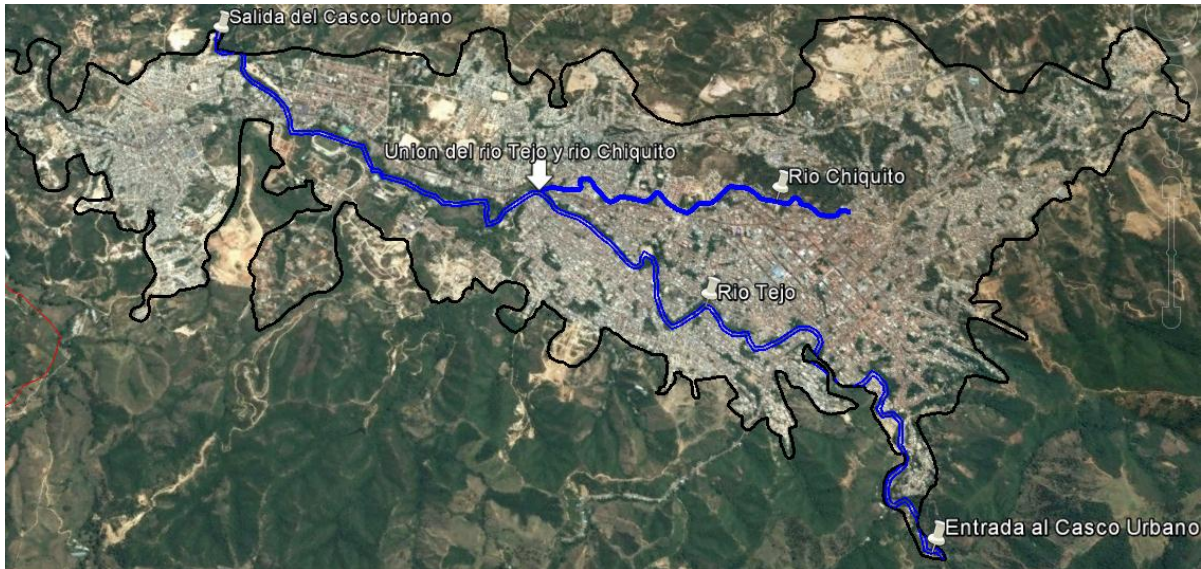


Figura 6. Delimitación Geográfica del Rio Tejo y Rio Chiquito.

Fuente: Google Earth.

En la figura 6, se identifica de manera más detallada la localización de los ríos Tejo y Chiquito, en donde a simple vista el rio Tejo presenta una mayor longitud con respecto al rio Chiquito. Así mismo, se evidencia la unión de ambos ríos y la salida del casco urbano.

5.1.4 Localización geográfica de los puntos de monitoreo y toma de muestra.

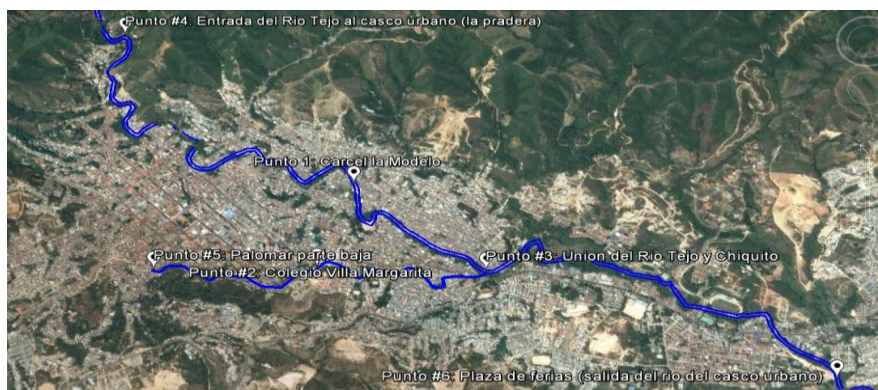


Figura 7. Localización Geográfica de puntos de monitoreo y toma de muestra.

Fuente: Google Earth.

Como se puede apreciar en la figura 8, la distribución de los seis puntos de monitoreo y toma de muestra a lo largo de toda la ciudad.

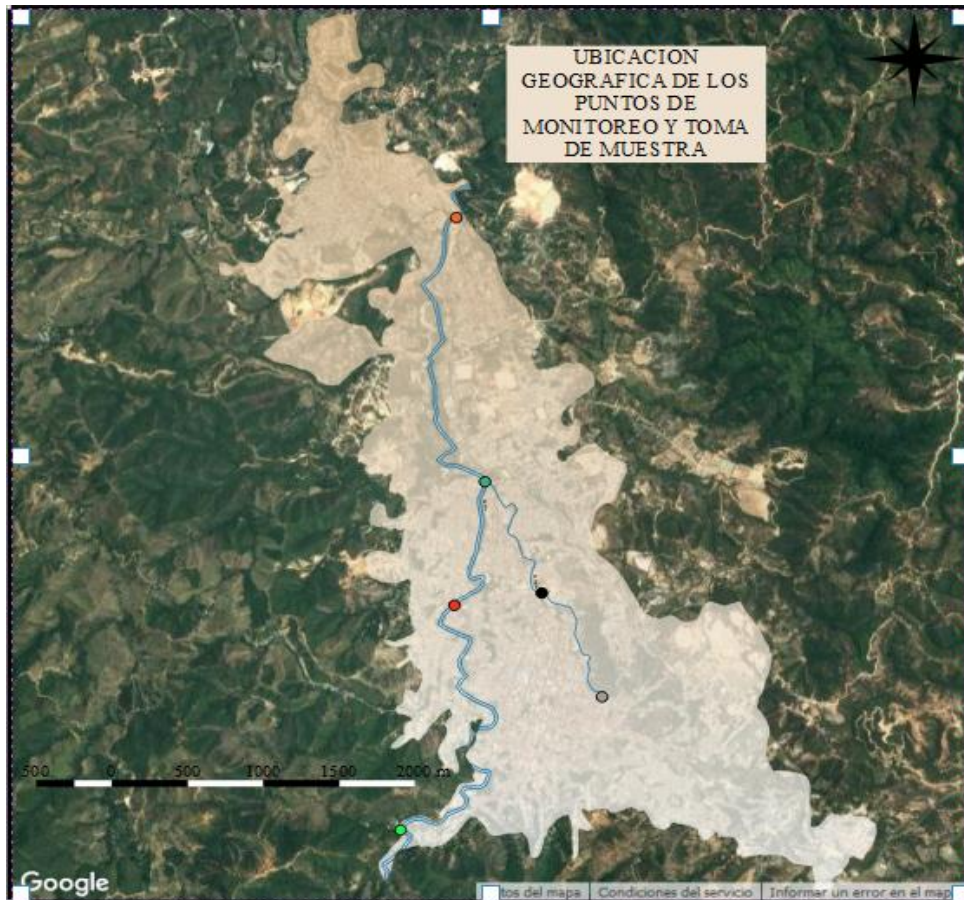


Figura 8. Ubicación Geográfica de los Puntos de Monitoreo y Toma de Muestra

Fuente: QGIS Desktop 2.18.2.

A continuación se evidencia la leyenda de la figura 8:

Leyenda	
●	Punto #6 Plaza de ferias (salida del rio del casco urbano)
●	Punto #5 Palomar parte baja
●	Punto #4 Entrada del Rio Tejo al casco urbano (la pradera)
●	Punto #3 Union del Rio Tejo y Chiquito
●	Punto #2 Colegio Villa Margarita
●	Punto # 1 Carcel la Modelo
—	RIO CHIQUITO
—	RIO TEJO
—	DELIMITACION DE OCAÑA
	Google Satellite

5.2 Ejecución de las tomas de muestras en temporada lluviosa y en temporada seca

Tabla 10

Ejecución de las primeras tomas de muestras en temporada lluviosa

EJECUCIÓN DE LAS PRIMERAS TOMAS DE MUESTRAS EN TEMPORADA LLUVIOSA						
PUNTO	COORDENADAS	LONGITUD	PROFUNDIDAD	ANCHO	# DE MUESTRAS	VELOCIDADES
Cárcel la modelo	lat 8°14.485' log 73°21.560'	8 m	38cm-25cm	2.55 m	07:00am con 500ml	51 segundos
					07:15am con 500ml	50.41 segundos
					07:30am con 500ml	43.51 segundos
					07:45am con 500ml	1.4 segundos
					08:00am con 500ml	45.64 segundos
Villa Margarita	lat 8°14.529' log 73°21.247'	8 m	18cm-20cm	2 m	08:22 am con 500ml	5.84segudos
					08:37 am con 500ml	5.3 segundos
					08:52 am con 500ml	6.74 segundos
					09:07 am con 500ml	5.64 segundos
					09:22 am con 500ml	5.91 segundos
Parque los Seguros	lat 8°14.968' log 73°21.445'	8 m	17cm-36cm	3.28 m	10:01 am con 500ml	13.67 segundos
					10:16 am con 500ml	17.02 segundos
					10:31 am con 500ml	10.82 segundos
					10:46 am con 500ml	14.81 segundo
					11:01 am con 500ml	10.24 segundo
La pradera	lat 8°13.614' log 73°21.768'	8 m	23cm-21cm	3.27 m	11:40 am con 500ml	36.82 segundos
					11:55 am con 500ml	28.85 segundos
					12:10 pm con 500ml	28.78 segundos
					12:25 pm con 500ml	29.33 segundos
					12:40 pm con 500ml	33.58 segundos
Palomar	lat 8°14.133' log 73°21.043'	8 m	9 cm-13cm	1.70 m	13:06 pm con 500ml	7.79 segundos
					13:21 pm con 500ml	8.34 segundos
					13:36 pm con 500ml	8.54 segundos
					13:51 pm con 500ml	8.23 segundos
					14:06 pm con 500ml	8.17 segundos
La gloria Las ferias	lat 8°15'59.62" log 73°21'33.62"	8 m	15 cm-25	4,85 m	14:35 pm con 500ml	11.01 segundos
					14:50 pm con 500ml	11.32 segundos

15:05 pm con 500ml	10.88 segundos
15:20 pm con 500ml	10.93 segundos
15:35 pm con 500ml	11.08 segundos

Nota. La tabla muestra los datos obtenidos durante la realización de la toma de muestras por puntos en temporada lluviosa. Se evidencia el sector, la toma de coordenadas, la longitud del tramo en estudio, la profundidad, el ancho de río y las velocidades capturadas.

Tabla 11

Ejecución de las segundas tomas de muestras en temporada seca

EJECUCIÓN DE LAS SEGUNDAS TOMAS DE MUESTRAS EN TEMPORADA SECA						
PUNTO	COORDENADAS	LONGITUD	PROFUNDIDAD	ANCHO	# DE MUESTRAS	VELOCIDADES
Cárcel la modelo	lat 8°14.485' log 73°21.560'	8 m	7cm-11cm	2.55 m	07:00am con 500ml	35.7 segundos
					07:15am con 500ml	38.55 segundos
					07:30am con 500ml	32.89 segundos
					07:45am con 500ml	33.19 segundos
					08:00am con 500ml	33.74 segundos
Villa Margarita	lat 8°14.529' log 73°21.247'	8 m	13cm-14cm	1.82 m	08:15 am con 500ml	7.24 segundos
					08:30 am con 500ml	6.35 segundos
					08:45 am con 500ml	9.29 segundos
					09:00 am con 500ml	12.24 segundos
					09:15 am con 500ml	7.10 segundos
Parque los Seguros	lat 8°14.968' log 73°21.445'	8 m	15cm-18cm	3.28 m	09:28 am con 500ml	10.64 segundos
					09:43 am con 500ml	9.84 segundos
					09:58 am con 500ml	9.06 segundos
					10:13 am con 500ml	9.76 segundos
					10:28 am con 500ml	10.45 segundo
La pradera	lat 8°13.614' log 73°21.768'	8 m	26cm-24cm	3.27 m	10:52 am con 500ml	30.31 segundos
					11:07 am con 500ml	41.48 segundos
					11:22 am con 500ml	55.81 segundos
					11:37 am con 500ml	60 segundos
					11:52 am con 500ml	42.86 segundos
Palomar	lat 8°14.133' log 73°21.043'	8 m	12cm-10cm	1.70 m	12:15 pm con 500ml	11.30 segundos
					12:30 pm con 500ml	9.53 segundos
					12:45 pm con 500ml	9.61 segundos
					13:00 pm con 500ml	10.69 segundos
					13:15 pm con 500ml	9.04 segundos
La gloria Las ferias	lat 8°15'59.62" log 73°21'33.62"	8 m	20cm-19	4,85 m	13:33 pm con 500ml	15.19 segundos
					13:48 pm con 500ml	14.84 segundos
					14:03 pm con 500ml	14:80 segundos
					14:18 pm con 500ml	14.45 segundos

Nota. La tabla muestra los datos obtenidos durante la realización de la toma de muestras por puntos en temporada seca. Se evidencia el sector, la toma de coordenadas, la longitud del tramo en estudio, la profundidad, el ancho de río y las velocidades capturadas.

5.3 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

5.3.1 Análisis de las primeras tomas de muestra en temporada lluviosa.

En la siguiente tabla, se presentan los valores de los análisis realizados en laboratorio de los diferentes parámetros. Conforme a muestras compuestas de agua residual.

Tabla 12

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las primeras tomas de muestra en temporada lluviosa

ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS PRIMERAS TOMAS DE MUESTRA EN TEMPORADA LLUVIOSA			
PUNTO	PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
1	POTENCIAL DE HIDROGENO	pH	7.6
	CONDUCTIVIDAD	μS/cm	605
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	7.5
	DBO	mg/L	285
	ALCALIIDAD	mg/L CaCO ₃	210
	DUREZA	mg/L CaCO ₃	140
	FOSFATOS	mg/L	28,2
	DQO	mg/L	355
	SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	70
	TURBIEDAD	NTU	192
COLIFORMES	UFC/100 ml	2960	
2	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7.2
	CONDUCTIVIDAD	μS/cm	923
	OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6.5
	DBO	mg/L	322

	ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	300
	DUREZA	mg/L CaCO ₃	350
	FOSFATOS	mg/L	62,7
	DQO	mg/L	371
	SÒLIDOS SUSPPEDIDOS	mg/L	450
	TURBIEDAD	NTU	118
	COLIFORMES	UFC/100 ml	3200
3	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	7.3
	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	715
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5,7
	DBO	mg/L	300
	ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	230
	DUREZA	mg/L CaCO ₃	104
	FOSFATOS	mg/L	48,5
	DQO	mg/L	357
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	190
	TURBIEDAD	NTU	180
	COLIFORMES	UFC/100 ml	2800
4	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	8.2
	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	312
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	6.0
	DBO	mg/L	10
	ALCALINIDAD	mg/L	155
	DUREZA	mg/L	131
	FOSFATOS	mg/L	6.3
	DQO	mg/L	13
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	20
	TURBIEDAD	NTU	20
	COLIFORMES	UFC/100 ml	150
5	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.9
	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	702
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	6.1
	DBO	mg/L	250
	ALCALINIDAD	mg/L	215
	DUREZA	mg/L	108
	FOSFATOS	mg/L	53.2
	DQO	mg/L	300
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	270
	TURBIEDAD	NTU	177
	COLIFORMES	UFC/100 ml	3600
6	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	7.1
	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	714
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	6.0
	DBO	mg/L	180
	ALCALINIDAD	mg/L	215
	DUREZA	mg/L	102
	FOSFATOS	mg/L	53.8
	DQO	mg/L	253
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	240
	TURBIEDAD	NTU	209
	COLIFORMES	UFC/100 ml	3060

Nota. La tabla muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los parámetros en estudio de cada punto de muestreo, para las primeras tomas de muestras realizadas en la temporada lluviosa.

5.3.2 Análisis de las segundas tomas de muestra en temporada seca.

Para estas segundas tomas de muestra, en la siguiente tabla también se presentan los valores de los análisis realizados en laboratorio de los diferentes parámetros. Conforme a muestras compuestas de agua residual.

Tabla 13

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las segundas tomas de muestra en temporada seca

ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS SEGUNDAS TOMAS DE MUESTRA EN TEMPORADA SECA			
PUNTO	PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
1	POTENCIAL DE HIDROGENO	pH	7,3
	CONDUCTIVIDAD	μS/cm	769
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	4.6
	DBO	mg/L	470
	ALCALIIDAD	mg/L CaCO ₃	275
	DUREZA	mg/L CaCO ₃	190
	FOSFATOS	mg/L	11.1
	DQO	mg/L	512
	SÓLIDOS SUSPENSADOS	mg/L	80
	TURBIEDAD	NTU	115
	COLIFORMES	UFC/100 ml	3820
2	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	6,9
	CONDUCTIVIDAD	μS/cm	982
	OXÍGENO DISUELTO	mg/L	4.7
	DBO	mg/L	450
	ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	320
	DUREZA	mg/L CaCO ₃	120
	FOSFATOS	mg/L	19.7
	DQO	mg/L	583
	SÓLIDOS SUSPENSADOS	mg/L	350
	TURBIEDAD	NTU	183
	COLIFORMES	UFC/100 ml	4500

3	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	7.0
	CONDUCTIVIDAD	$\mu\text{S/cm}$	925
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.5
	DBO	mg/L	420
	ALCALINIDAD	mg/L	270
	DUREZA	mg/L	150
	FOSFATOS	mg/L	19.5
	DQO	mg/L	602
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	260
	TURBIEDAD	NTU	121
COLIFORMES	UFC/100 ml	4000	
4	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	7.0
	CONDUCTIVIDAD	$\mu\text{S/cm}$	340
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	8.9
	DBO	mg/L	20
	ALCALINIDAD	mg/L	150
	DUREZA	mg/L	150
	FOSFATOS	mg/L	5.3
	DQO	mg/L	3.5
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	20
	TURBIEDAD	NTU	5,8
COLIFORMES	UFC/100 ml	200	
5	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.9
	CONDUCTIVIDAD	$\mu\text{S/cm}$	782
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	3.8
	DBO	mg/L	220
	ALCALINIDAD	mg/L	210
	DUREZA	mg/L	100
	FOSFATOS	mg/L	11.4
	DQO	mg/L	356
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	240
	TURBIEDAD	NTU	137
COLIFORMES	UFC/100 ml	4200	
6	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6,9
	CONDUCTIVIDAD	$\mu\text{S/cm}$	763
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	3.9
	DBO	mg/L	199
	ALCALINIDAD	mg/L	210
	DUREZA	mg/L	110
	FOSFATOS	mg/L	12.0
	DQO	mg/L	268
	SÒLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	140
	TURBIEDAD	NTU	194
COLIFORMES	UFC/100 ml	3900	

Nota. La tabla muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los parámetros en estudio de cada punto de muestreo, para las primeras tomas de muestras realizadas en la temporada seca.

5.4 Cálculos de caudales

5.4.1 Cálculos de caudales de las primeras tomas de muestras temporada lluviosa y de las segundas tomas de muestra temporada seca.

En las siguientes tablas, se presentan los cálculos de caudales para cada uno de los puntos de muestreo tanto en temporada lluviosa como en temporada seca. A continuación un ejemplo de cómo se calcula el caudal del río:

Ejemplo

$$\text{Tiempos recorridos} = \frac{51+50.41+43.51+64+45.64 \text{ segundos}}{5} = 50.91 \text{ segundos}$$

$$V = \frac{8 \text{ m}}{50.91 \text{ s}} = 0.16 \text{ m/s}$$

$$\text{Ancho} = \frac{2.63 \text{ m} + 2.38 \text{ m}}{2} = 2.51 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = \frac{0.38 \text{ m} + 0.25 \text{ m}}{2} = 0.32 \text{ m}$$

$$A = 2.51 * 0.32 = 0.80\text{m}^2$$

$$Q = 0.16 \text{ m/s} * 0.80\text{m}^2 = 0.128\text{m}^3/\text{s} \text{ o } 128 \text{ L/s}$$

Tabla 14

Cálculos de caudales de las primeras tomas de muestras temporada lluviosa

PUNTO	UNIDAD	CAUDAL
1 cárcel la modelo	L/s	128
2 villa margarita	L/s	517
3 parque los seguros	L/s	534

4 la pradera	L/s	180
5 palomar	L/s	184
6 la gloria-las ferias	L/s	698

Nota. La tabla muestra los caudales registrados en cada punto de estudio, para las primeras tomas de muestras en temporada lluviosa.

Tabla 15

Cálculos de caudales de las segundas tomas de muestras temporada seca

PUNTO	UNIDAD	CAUDAL
1 cárcel la modelo	L/s	52.9
2 villa margarita	L/s	228
3 parque los seguros	L/s	448
4 la pradera	L/s	138
5 palomar	L/s	152
6 la gloria-las ferias	L/s	524

Nota. La tabla muestra los caudales registrados en cada punto de estudio, para las segundas tomas muestras en temporada seca.

5.5 Curvas de caudales

A continuación en las siguientes figuras se presenta las curvas de caudales tanto para aquellos puntos monitoreados en temporada lluviosa y temporada seca; como también la sobreposición de las mismas:

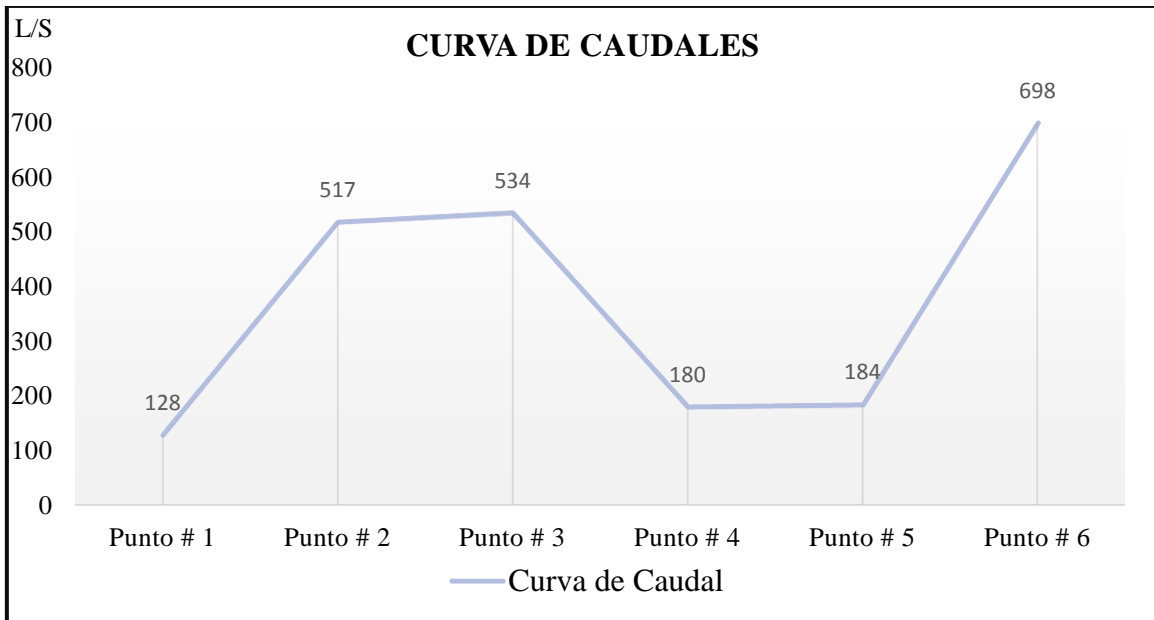


Figura 9. Curva de Caudales de las Primeras Tomas de muestras en Temporada Lluviosa.

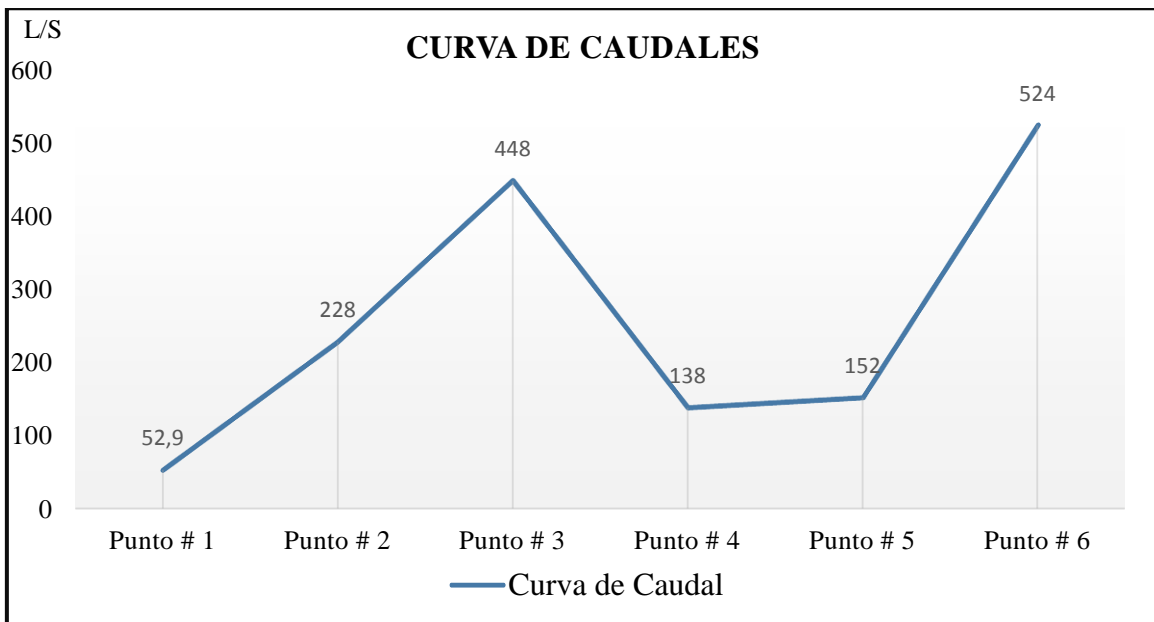


Figura 10. Curva de Caudales de las Segundas Tomas de muestras en Temporada Seca.

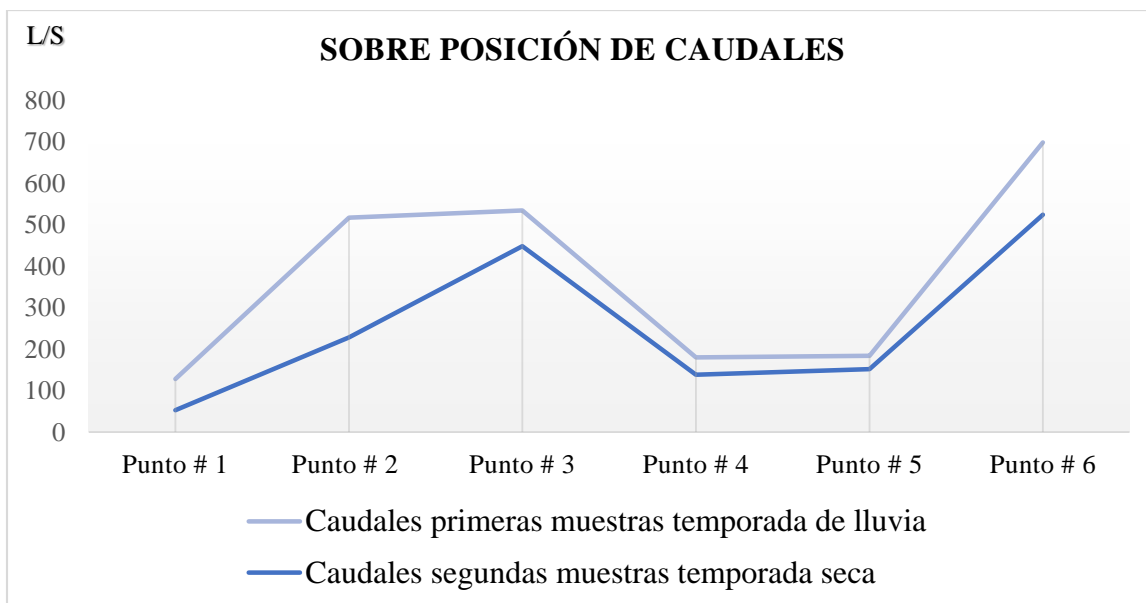


Figura 11. Sobre posición de Curvas de Caudales.

Como se aprecia en la figura 11, una sobre posición de caudales de las primeras y segundas tomas de muestras. Se evidencia que las muestras realizadas en la época de lluvia presentan una curva más alta como es de esperarse en comparación con las épocas de verano. Por otro lado las curvas de caudales presentan similitud y solo existe una variación en algunos puntos, y es que a largo del transcurso de los cuerpos de agua se modifica el caudal debido al aumento o disminución de los vertimientos que se generan sobre el mismo. Por último se evidencia que el punto seis para ambas curvas presenta mayor caudal, brindando de esta manera una coherencia a los cálculos y mediciones, ya que el punto seis es la salida del río del casco urbano recogiendo todas las aguas del tejo y el chiquito como de los vertimientos generados por el municipio.

5.6 Curvas de parámetros

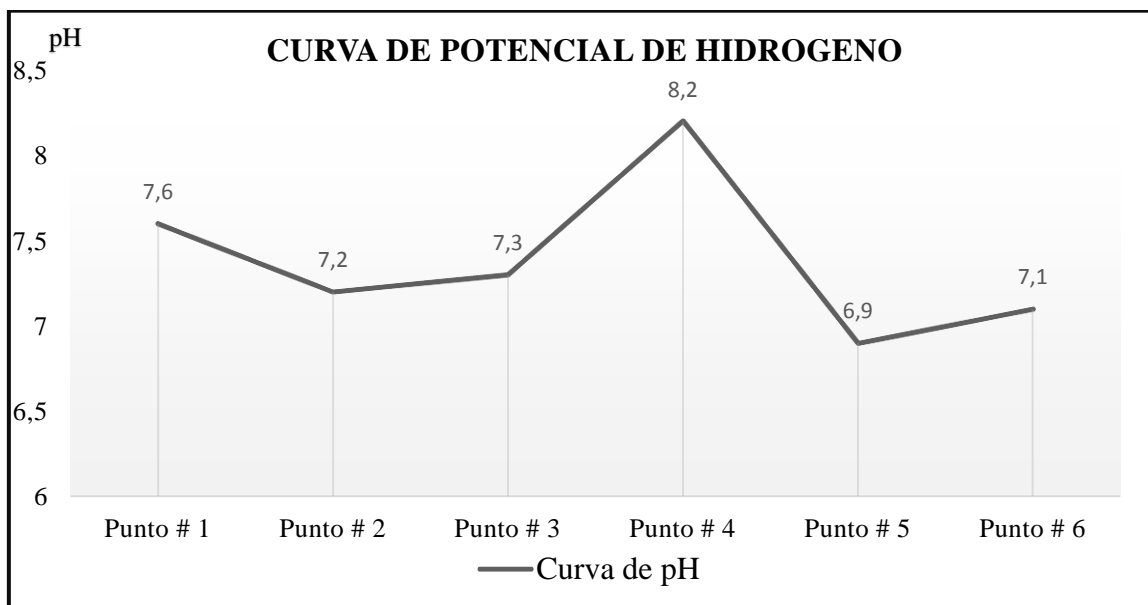


Figura 12. Curva de pH de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

En la figura 12, se observa la variación del pH en los diferentes puntos de muestreo donde se evidencia cierta marginidad puesto que el 84% de los puntos muestran valores cercanos a 7 es decir un pH neutro o ligeramente básico. En el punto 4 se presenta un pH de 8.2 alcalino lo que indica que las características del agua son alcalinas, dado en que este punto se presenta poca intervención.

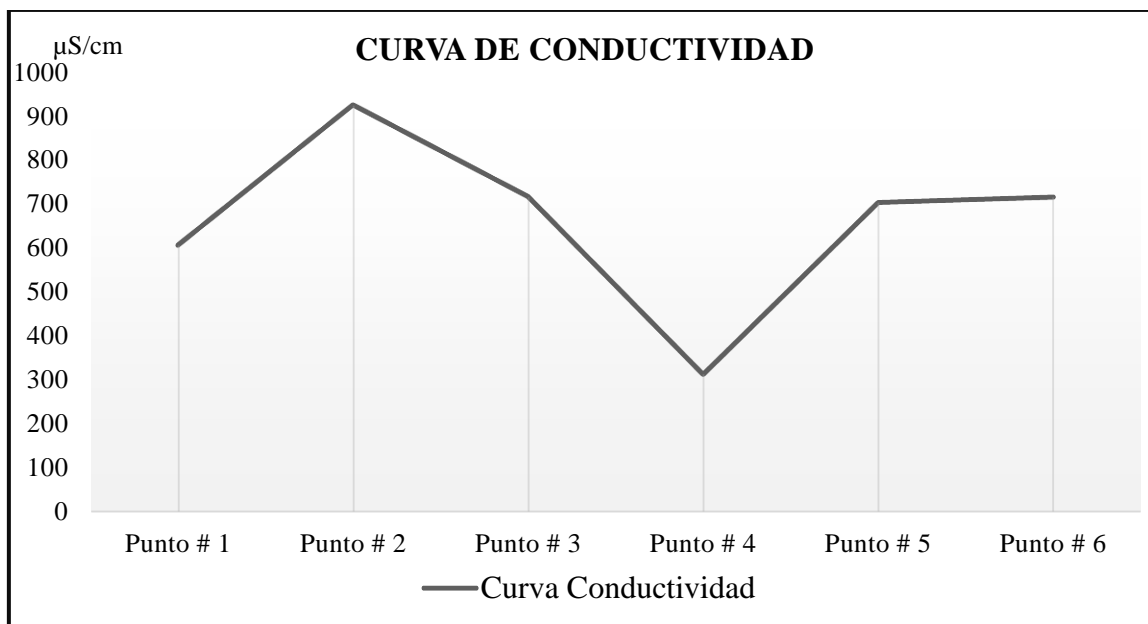


Figura 13. Curva de Conductividad de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa

En la figura 13, se evidencia que el punto 2 presenta una alta concentración de iones disueltos como se puede ver en sus valores de conductividad. Por otro lado, en el punto 4 se presenta una baja conductividad cerca de 300 debido a que no hay muchos iones disueltos que genere pequeñas cargas eléctricas.

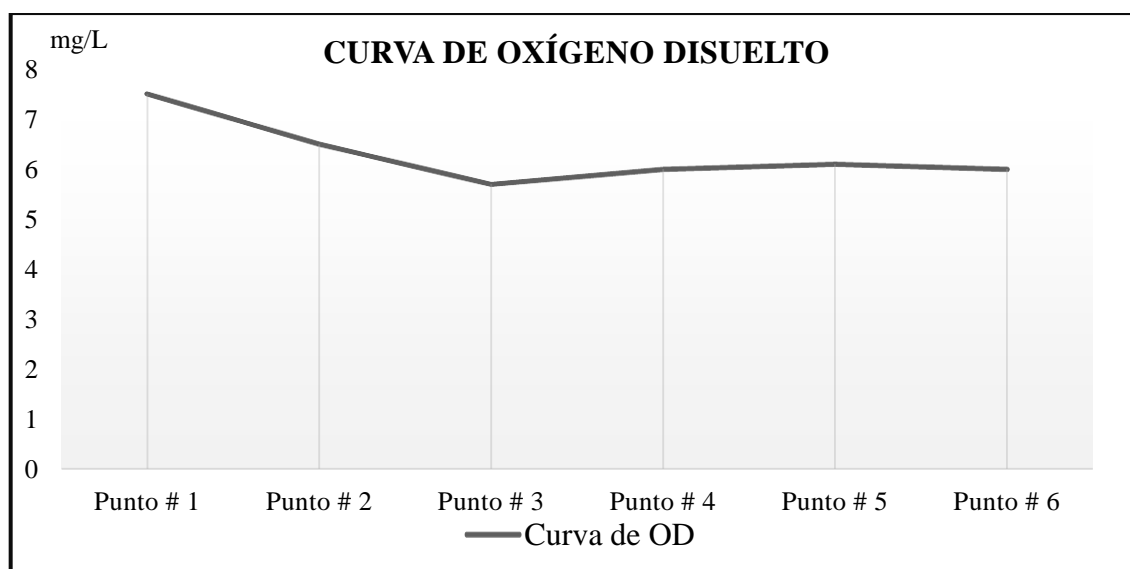


Figura 14. Curva de Oxígeno Disuelto de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa

En un agua residual los niveles de oxígeno deben ser bajos debido a las características contaminantes que estas presentan. Como se evidencia los niveles de oxígeno disuelto son altos lo que podríamos poner en referencia la temporada de lluvia, dado a que presentan un mayor arrastre de material, movimiento del caudal y la variación de los diferentes tipos y cantidad de vertimientos que se presenta en cada punto.

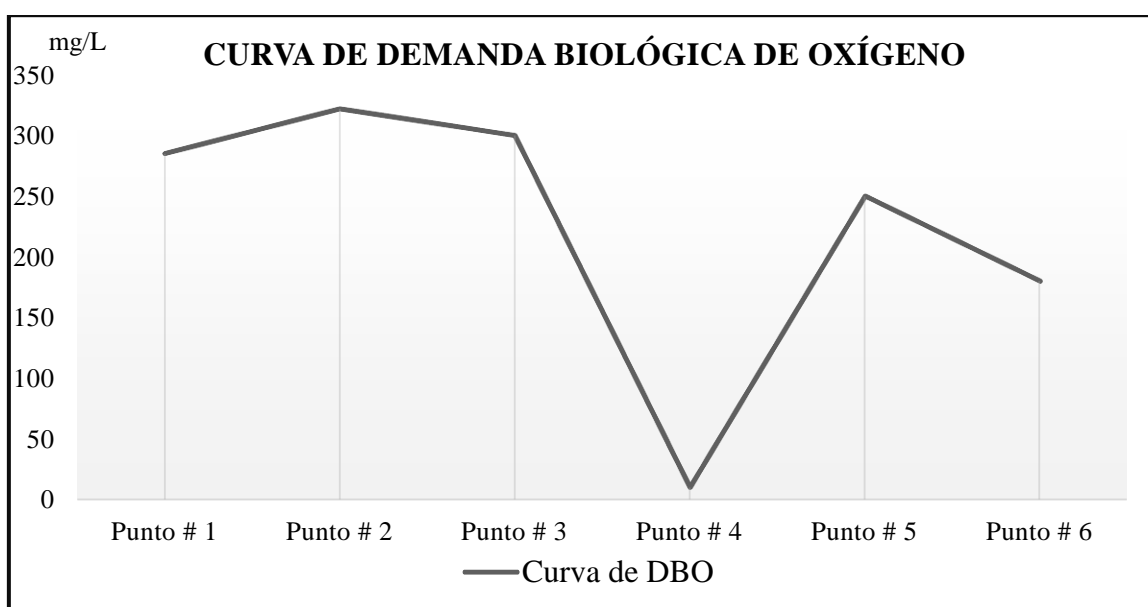


Figura 15. Curva de Demanda Biológica de Oxígeno de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

En la figura 15, se evidencia, la distribución de las cargas de DBO por cada punto muestreado. Los puntos 1,2 y 3 presentan similitud; mientras que el punto 4 se presenta una menor DBO, dado a que este punto recibe poca intervención antrópica. Ahora bien el punto 6 presenta en comparación con los 3 últimos puntos una menor DBO y esto radica que durante en el transcurso del cuerpo de agua se ha podido presentar aumento de caudales, de dilución y agitación.

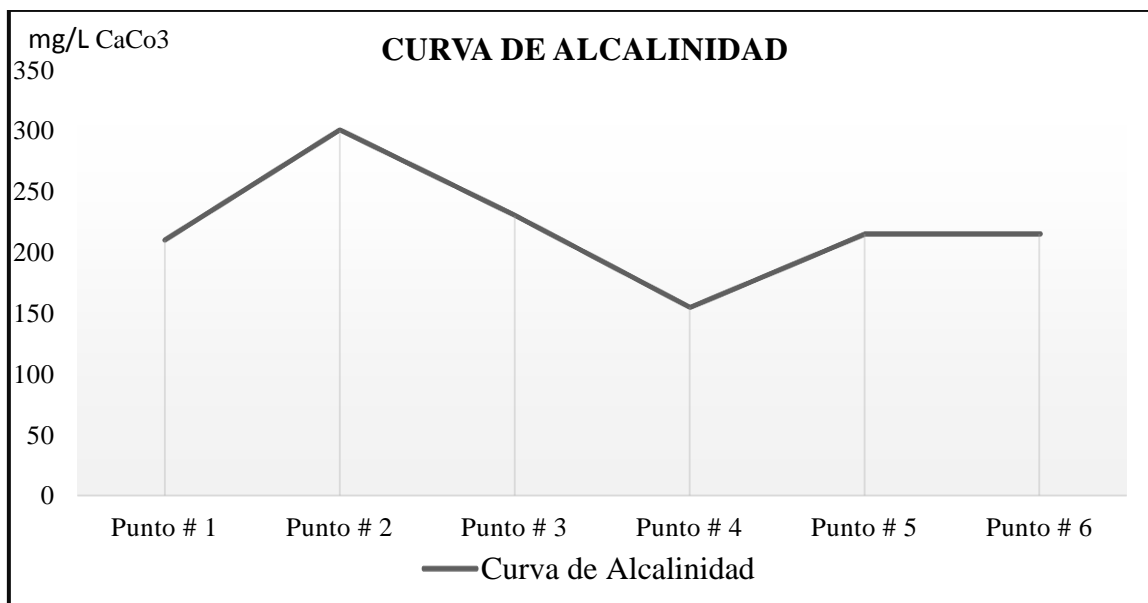


Figura 16. Curva de Alcalinidad de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

Como se observa en el punto dos se ve un aumento considerando de la alcalinidad, indica que la cantidad de vertimientos domésticos que se presentan en este punto son mayores en consideración a los demás puntos. En el punto 4 la pradera por el fluido de sus aguas y los pocos vertimientos que se realizan su alcalinidad es baja.

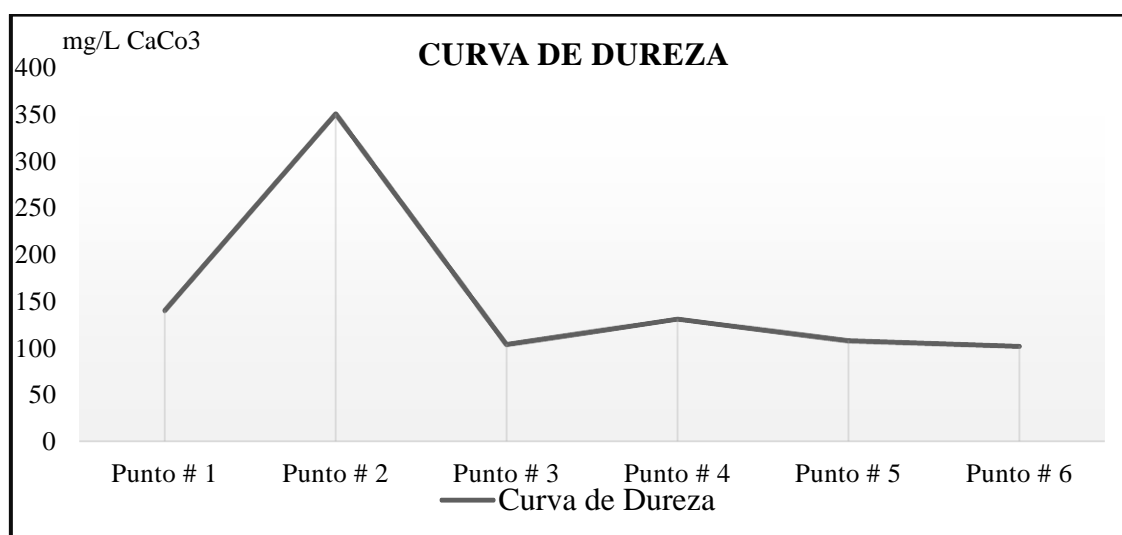


Figura 17. Curva de Dureza de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

En la figura 17, se evidencia altos contenidos de dureza en el punto dos, dado a que se encuentran contenidos de calcio, mientras que en los demás puntos se aprecia una constante moderada de los contenidos de dureza.

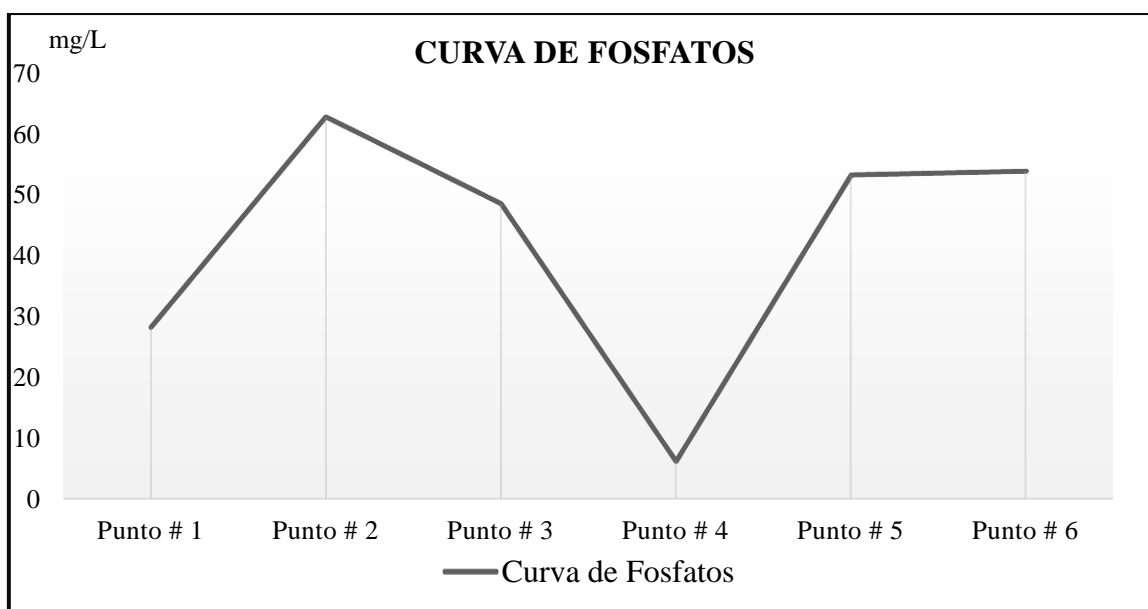


Figura 18. Curva de Fosfatos de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

En aguas crudas es normal que se dé concentraciones bajas en fosfatos. En esta figura se aprecia la distribución de los contenidos de fosfatos analizados en cada punto de muestreo, a simple vista se identifica que el punto 4 presenta los niveles más bajos.

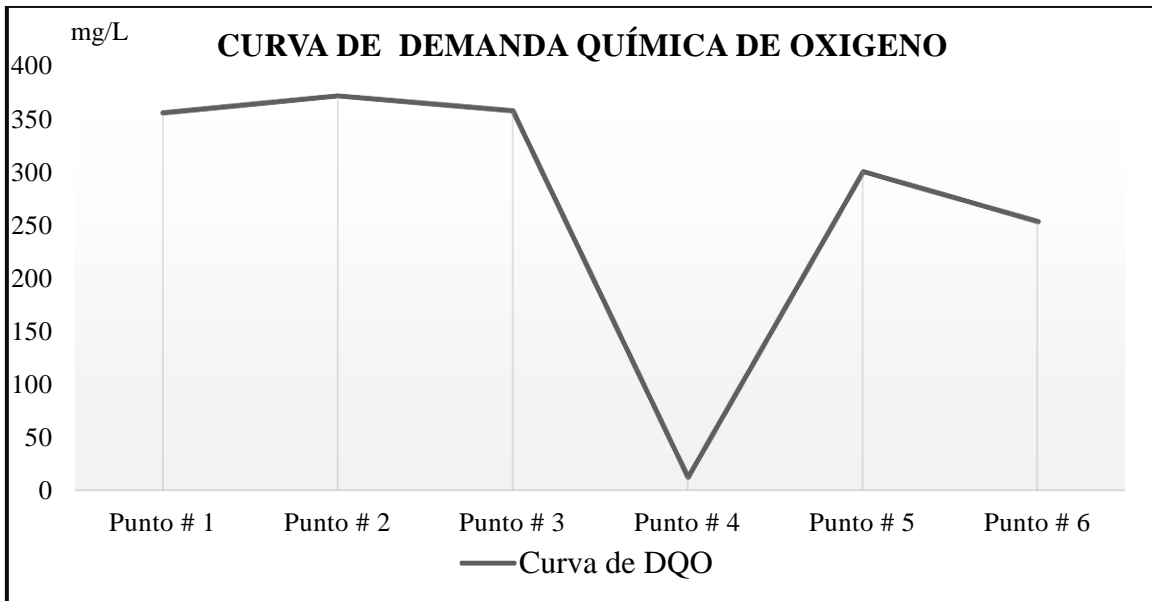


Figura 19. Curva de Demanda Química de Oxígeno de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

Como se aprecia en la figura 19, el punto 4 presenta una DQO naturalmente apropiada, dado a que este punto presenta poca intervención antrópica, aunque si bien se generan 16 vertimientos domésticos aguas arriba.

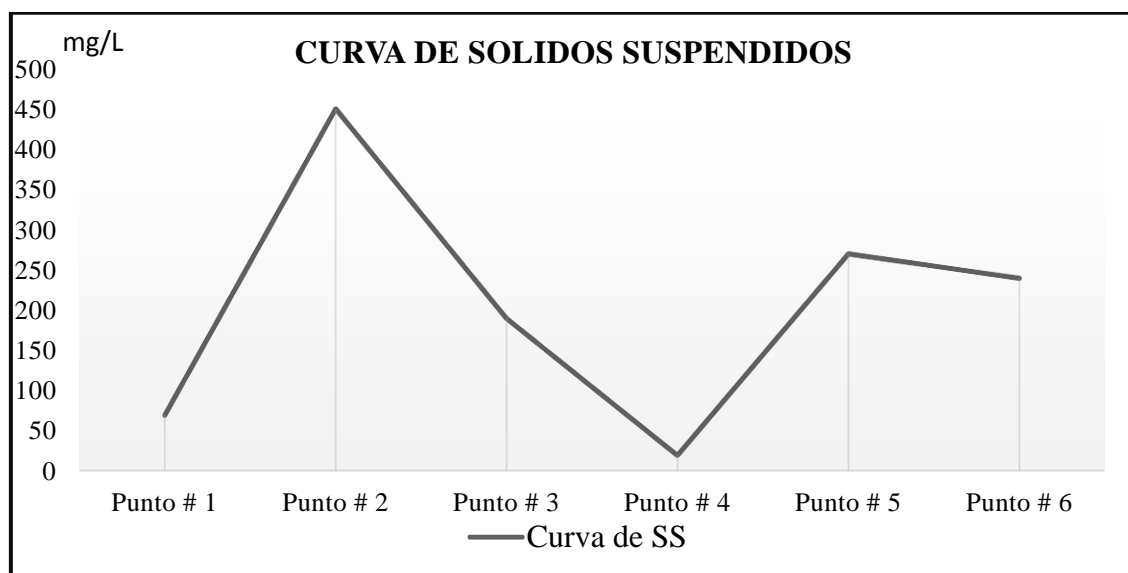


Figura 20. Curva de Solidos Suspendidos de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

En la figura 20, se evidencian variación significativa en los contenidos de SS. En el punto 1 dado a las características de ese sector se presentan pocos contenidos de solidos suspendidos, si bien no debería ser así, dado a que aguas arriba de este punto se presentan grandes descargas de vertimientos, es de considerar que la realización de las tomas de muestra en este punto se realizaron a las siete de la mañana; así mismo, para el punto 4 se aprecia pocos contenidos de SS. Por último los demás puntos presentan unos contenidos apenas normales.

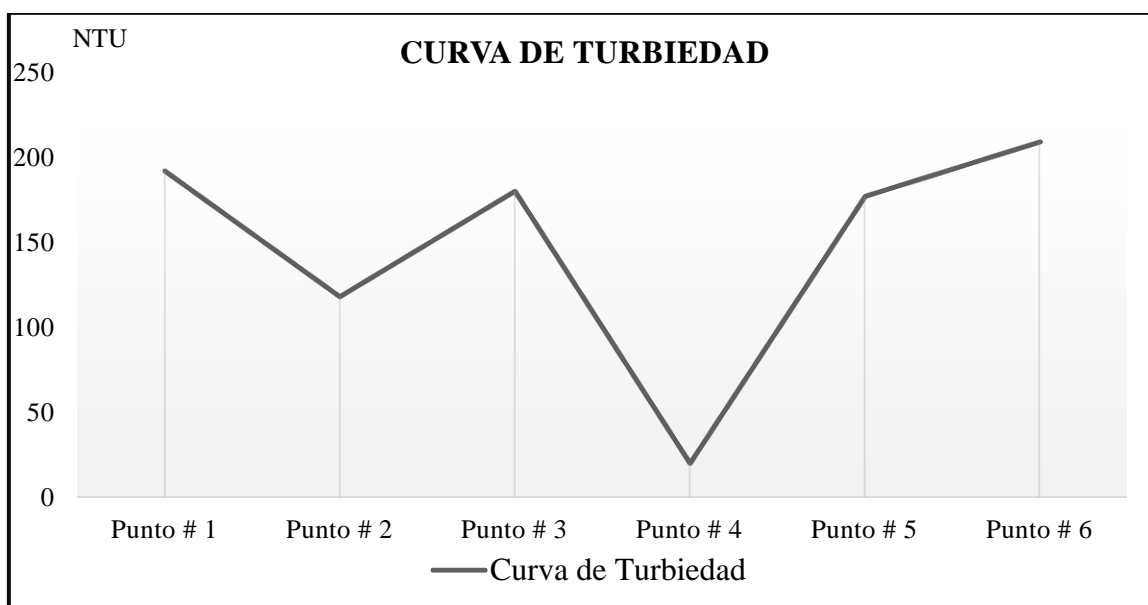


Figura 21. Curva de Turbiedad de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

Los altos putos de turbiedad se caracterizan en mucho de los casos por la presencia de partículas en suspensión. En el punto 4 la pradera presenta niveles más bajos ya que son aguas no contaminadas y el punto 6 se presenta valores altos ya que en ese tramo se recogen todas las aguas de la depresión Ocañera.

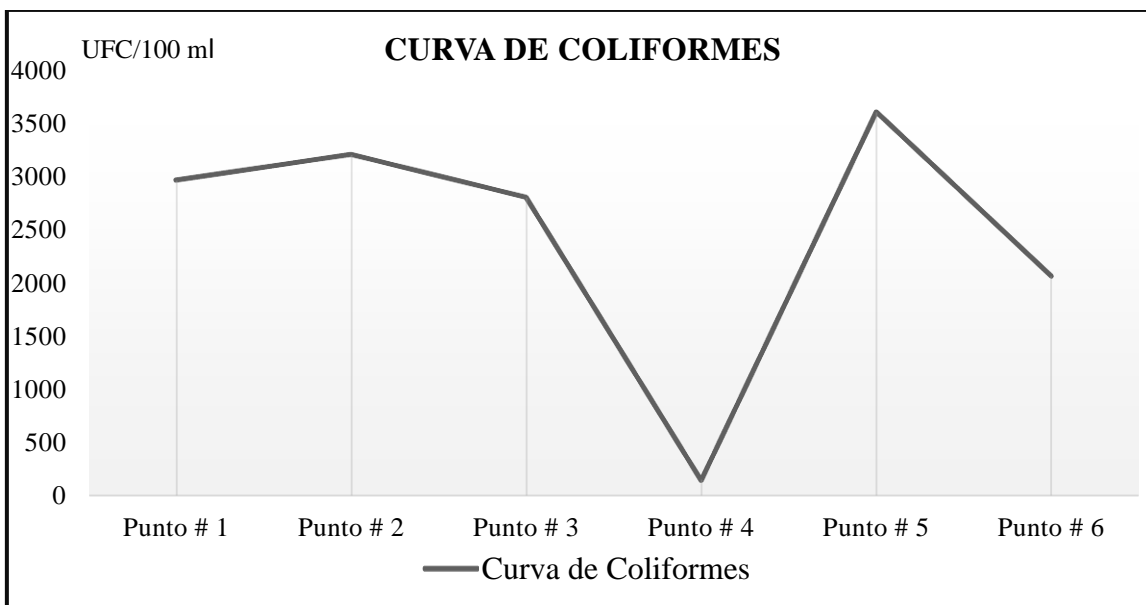


Figura 22. Curva de Coliformes de las Primeras Muestras en Temporada Lluviosa.

En la figura 22, se aprecia que los tres primeros puntos presentan una constante, mientras que el punto 4 presenta una disminución significativa en coliformes debido a la poca intervención y vertimientos; después en un punto 5 se presentan el más alto nivel de contaminación por coliformes, y es desconsiderar puesto que el rio chiquito está formado por tres cuerpos de agua de características residuales.

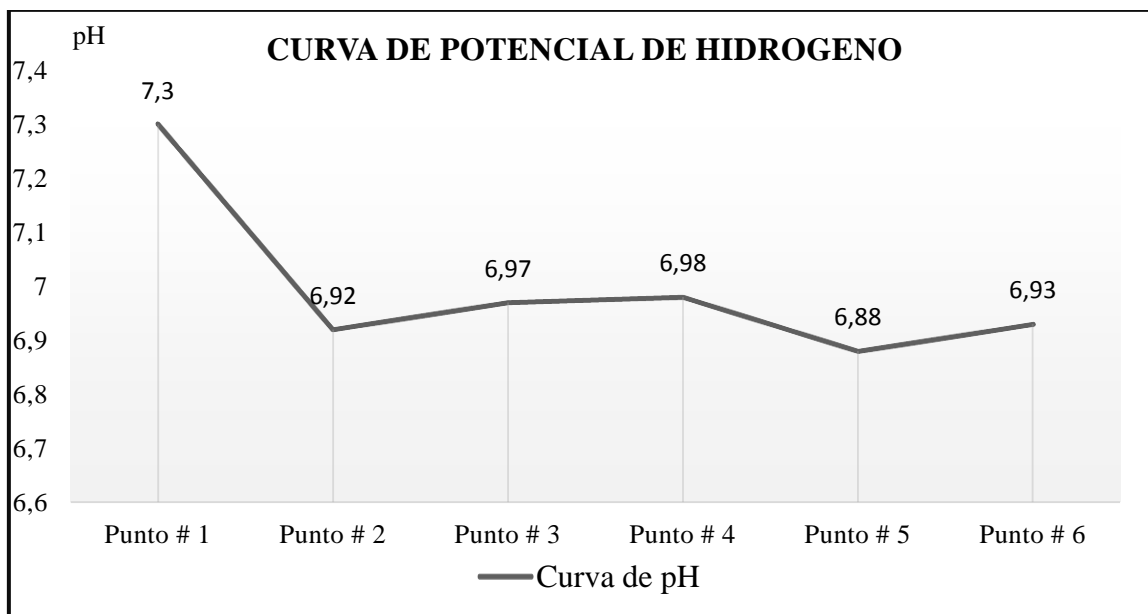
Muestras en temporada de seca:

Figura 23. Curva de pH de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 23, en comparación con la figura 12, se aprecia una disminución considerable del pH lo que indica que las descargas generadas sobre el mismo generan tal disminución, o así mismo por la presencia de actividades de descomposición de la materia orgánica en los sectores.

Por otro lado los puntos presentan una constante en el pH excepto el punto 1.

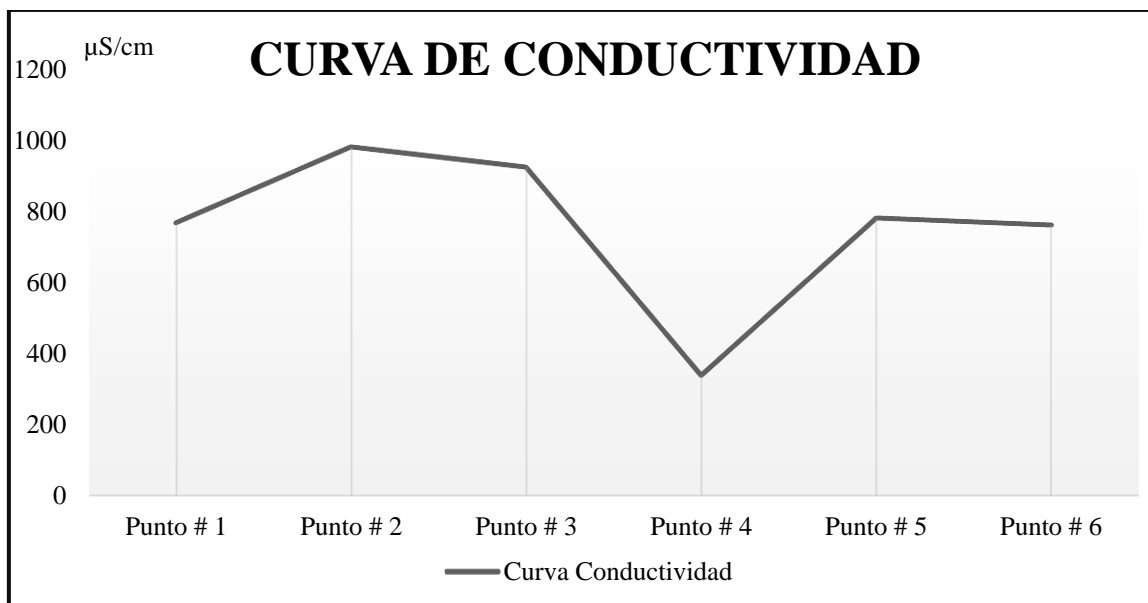


Figura 24. Curva de Conductividad de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 24, en comparación con la figura (13), se evidencia cierta similitud en forma y distribución de la curva, se puede apreciar que todos los puntos presentan una constante, excepto el punto 4.

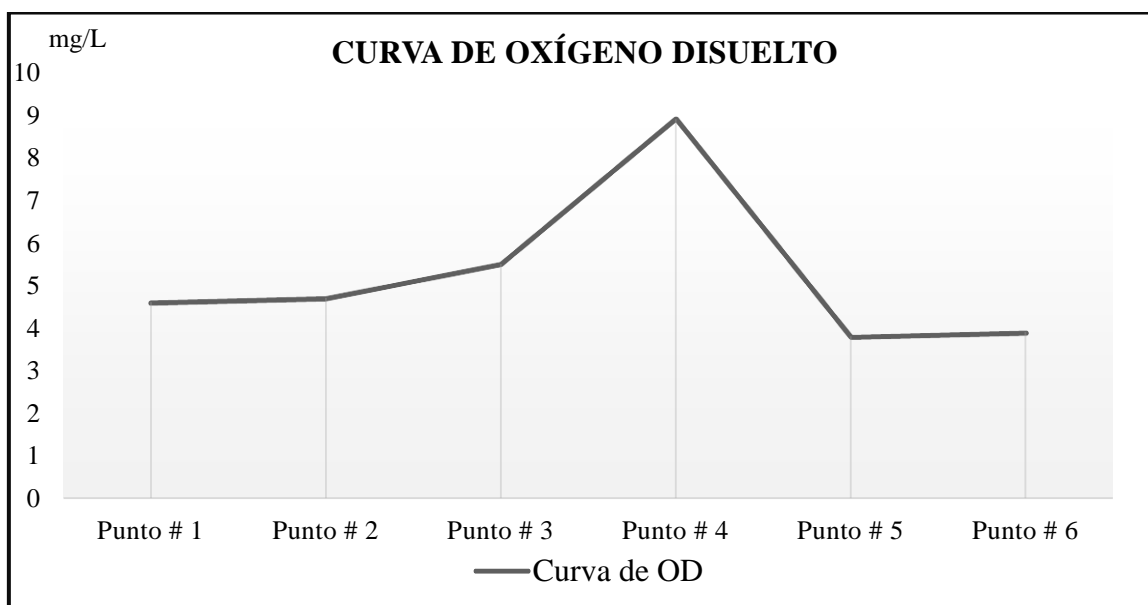


Figura 25. Curva de OD de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 25 en comparación con la figura (14), se evidencia una disminución significativa del OD, siendo más característicos de las aguas residuales. Lo que indica que el aumento de precipitaciones hace que se genere una mayor agitación y por tanto se presente OD aptos en los cuerpos de agua.

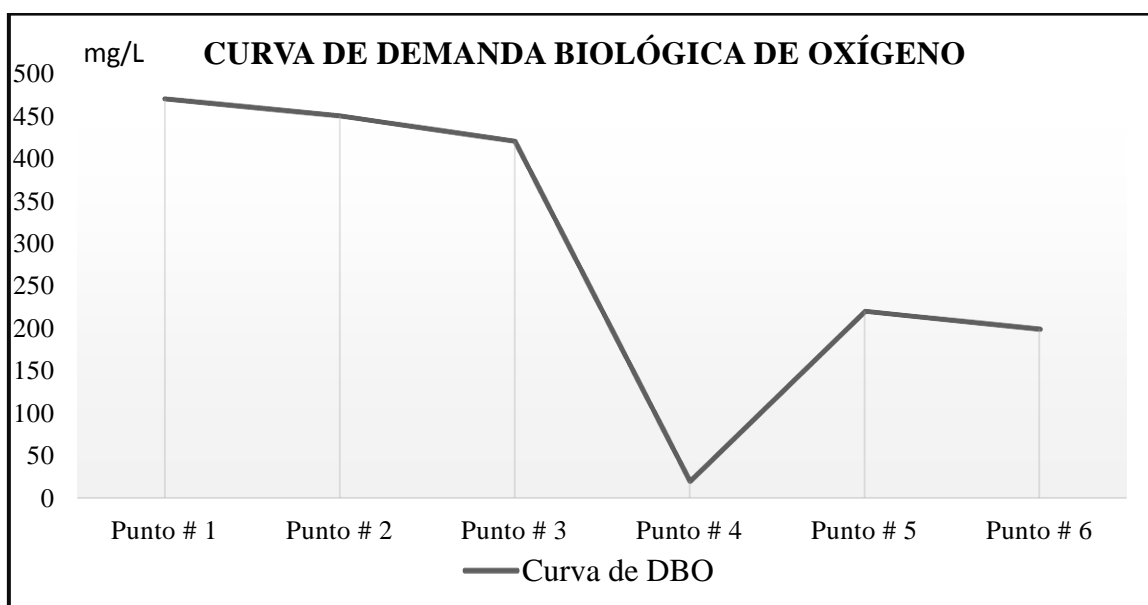


Figura 26. Curva de DBO de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 26 en comparación con la figura (15), se evidencia un mayor aumento de la demanda biológica de oxígeno, así mismo, se presentan una similitud de la curva y de la distribución de los valores. Lo que indica que a mayor precipitación menor será los niveles de DBO.

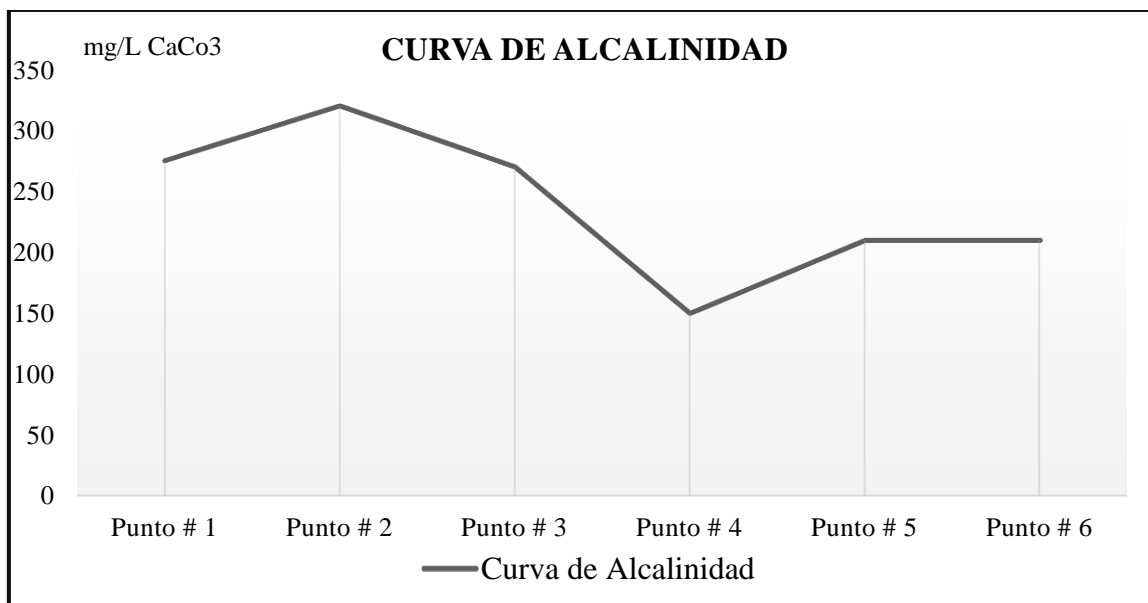


Figura 27. Curva de Alcalinidad de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 27 en comparación con la figura (16), se aprecia que una similitud en sus curvas, la variación de los valores no son muy significativos. Manteniendo un pico más alto en el punto 2 y un pico bajo en el punto 4.

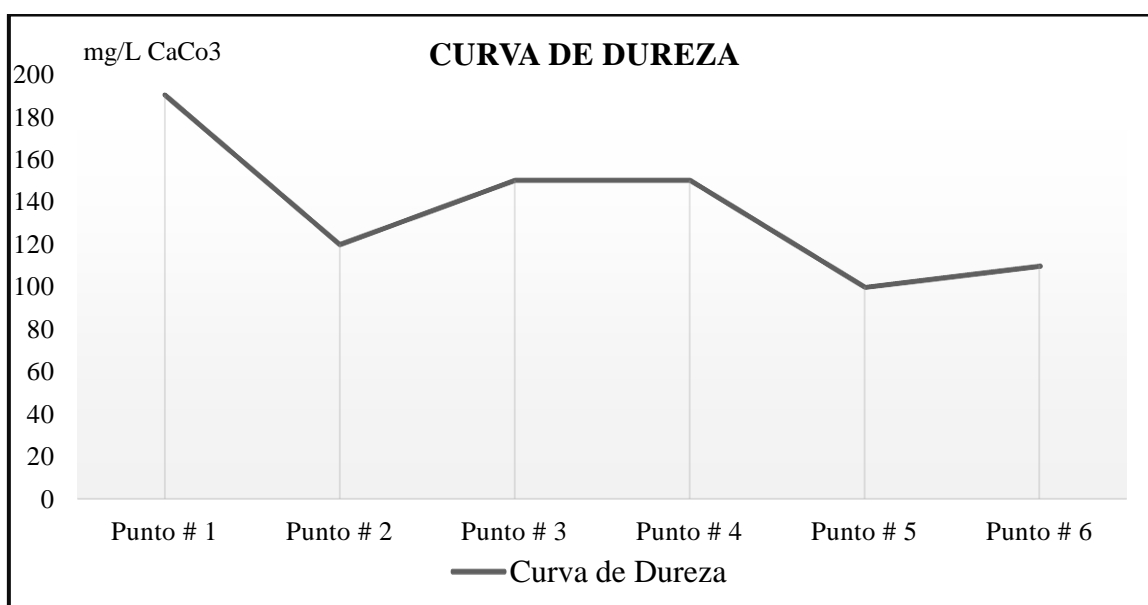


Figura 28. Curva de Dureza de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En comparación con la figura (17), esta figura presenta algunos puntos más altos y otros más bajos de acuerdo a la anterior curva de dureza, lo que indica que son aguas realmente duras y que la modificación se puede deber a cualquier elemento externo o interno dentro del trayecto de los cuerpos de agua.

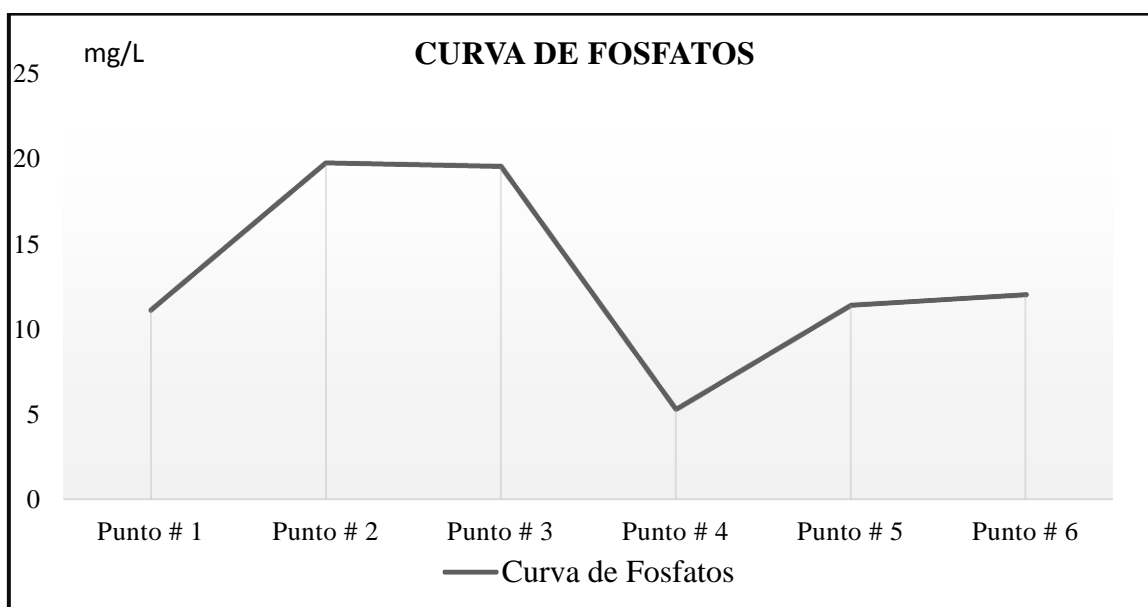


Figura 29. Curva de Fosfatos de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 29 en comparación con la figura (18), se presentan niveles más bajos en fosfatos en todos los puntos de muestreo, con una disminución de aproximadamente la mitad de los niveles u valores.

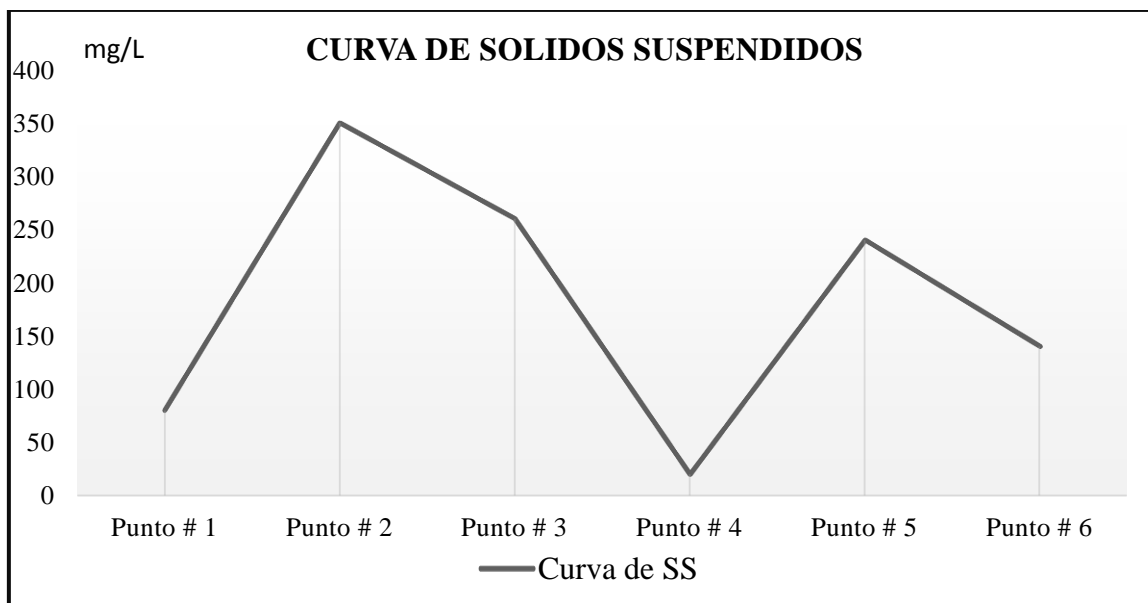


Figura 30. Curva de SS de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 30 en comparación con la figura (20), se presenta una similitud en cuantos a sus curvas y valores. Así mismo, se evidencia un punto 2 más alto y punto 4 más bajo.

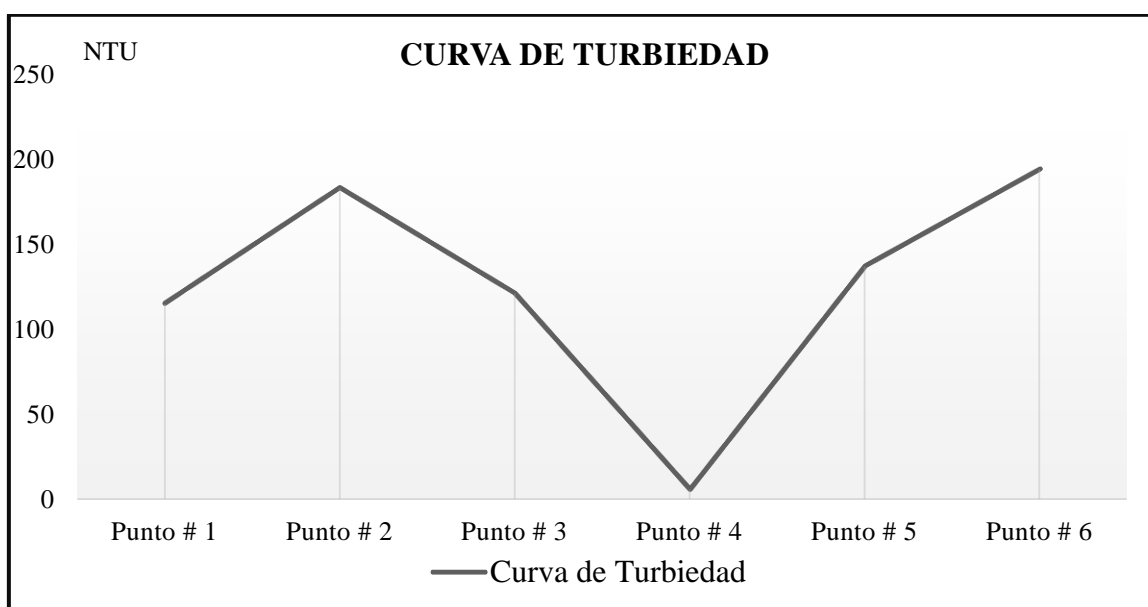


Figura 31. Curva de Turbiedad de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 31 en comparación con la figura (21), se evidencia una similitud en sus curvas, no hay un aumento significativo en sus valores. Tan solo, el punto 2 en la curva anterior presenta una disminución conforme al aumento de la turbiedad presente en esta curva.

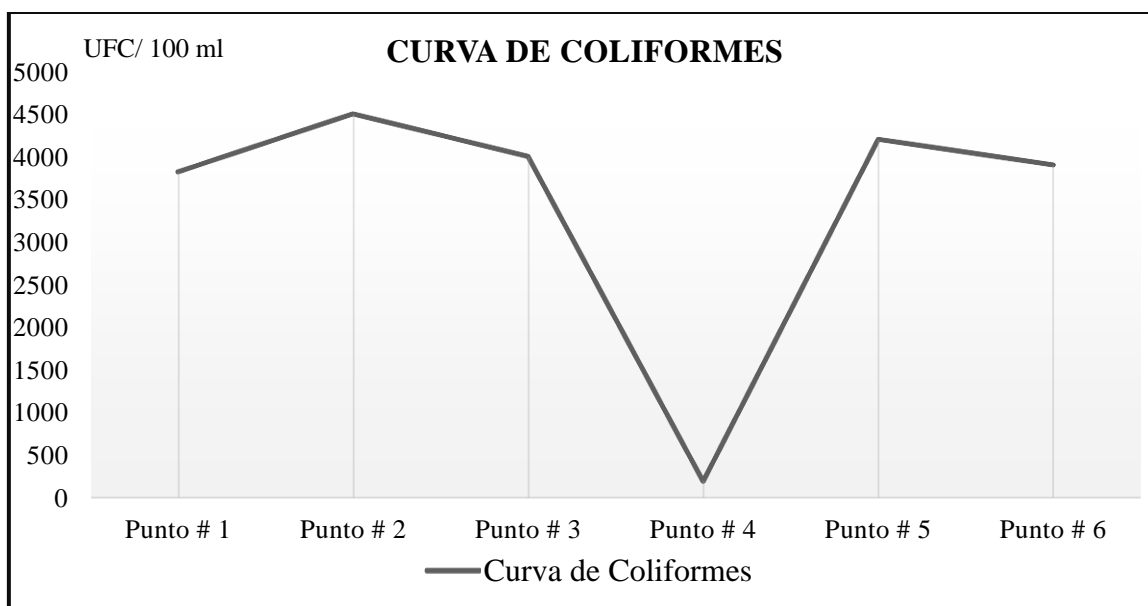


Figura 32. Curva de Coliformes de las Segundas Muestras en Temporada seca.

En la figura 22 en comparación con esta figura, se evidencia notablemente unos valores más bajos a los que se observa en esta. Indica que la presencia de precipitaciones modifica considerablemente las cargas contaminantes en este caso de coliformes, dado a que siempre se generara un mayor arrastre, agitación y dilución.

5.7 Evaluación de la calidad del agua mediante los índices ICOMI, ICOMO, ICOSUS e ICOpH

En las siguientes figuras, se muestra los cálculos del índice de contaminación por mineralización y la representación gráfica de la contaminación, para las primeras y segundas muestras en temporada lluviosa y temporada seca.

TEMPORADA LLUVIOSA	TEMPORADA SECA
$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(210)\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right) = 0.8$ $\text{Punto 1 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 1 + 0.8) = 0.933$	$\text{Punto 1 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 1 + 1) = 1$
$\text{Punto 2 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 1 + 1) = 1$	$\text{Punto 2 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 1 + 1) = 1$
$I_{\text{Dureza}} = \text{Log}_{10} \cdot I_{\text{Dureza}}$ $= -9.09 + 4.40 \text{Log}_{10} \cdot 104\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right)$ $= 0.609$ $I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(230)\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right) = 0.9$ $\text{Punto 3 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 0.609 + 0.9) = 0.8$	$\text{Punto 3 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 1 + 1) = 1$
$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(155)\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right) =$ 0.525 $\text{Punto 4 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 1 + 0.525) = 0.8$	$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(150)\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right) = 0.5$ $\text{Punto 4 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 1 + 0.5) = 0.8$
$I_{\text{Dureza}} = \text{Log}_{10} \cdot I_{\text{Dureza}}$ $= -9.09 + 4.40 \text{Log}_{10} \cdot 108\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right)$ $= 0.72$ $I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(215)\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right) = 0.825$	$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(210)\left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}}\right) = 0.8$ $I_{\text{Dureza}} = 10^{\text{Log}(100)} = 0.6$ $\text{Punto 5 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 0.6 + 0.8) = 0.7$

$\text{Punto 5 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 0.72 + 0.825) = 0.8$	
$\begin{aligned} I_{\text{Dureza}} &= \text{Log}_{10} \cdot I_{\text{Dureza}} \\ &= -9.09 + 4.40 \text{Log}_{10} \cdot 102 \left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}} \right) \\ &= 0.56 \end{aligned}$	$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(210) \left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}} \right) = 0.8$
$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005(215) \left(\frac{\text{mg}}{\text{lt}} \right) = 0.825$	$I_{\text{Dureza}} = 10^{\text{Log}(110)} = 0.7$
$\text{Punto 6 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 0.56 + 0.825) = 0.8$	$\text{Punto 6 ICOMI} = \frac{1}{3}(1 + 0.7 + 0.8) = 0.8$

Figura 33. Cálculo del índice de contaminación por mineralización.

Se evidencia, las ecuaciones empleadas para los cálculos del índice de contaminación para las primeras tomas de muestra temporada de lluvias y segundas tomas de muestra temporada seca.

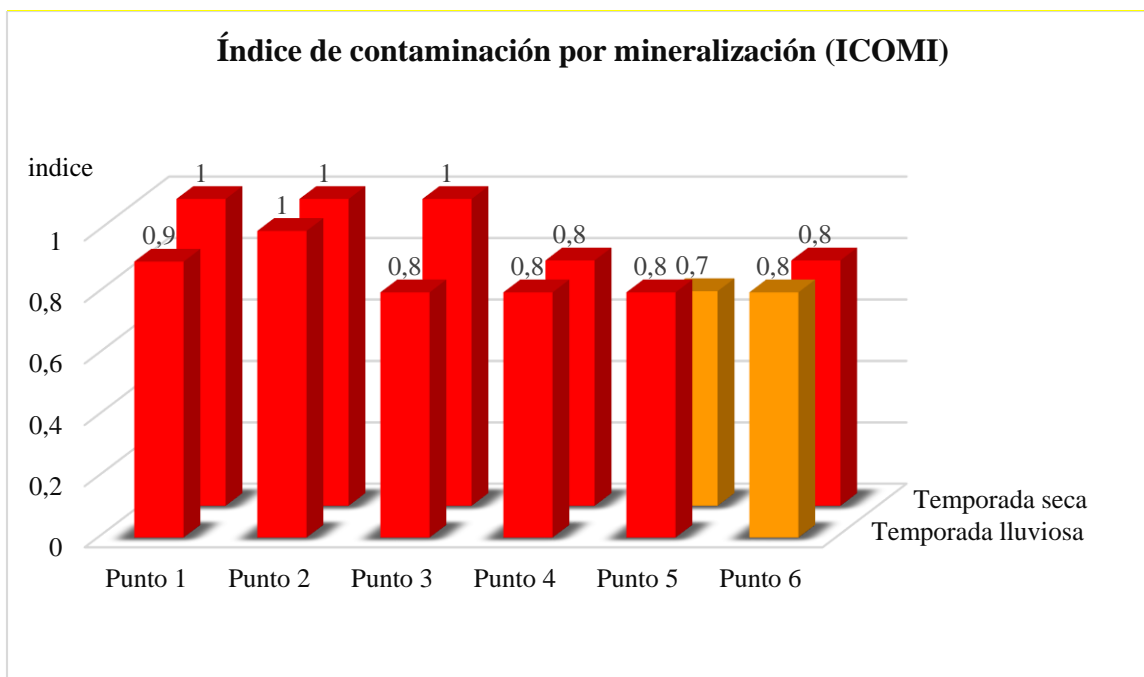


Figura 34. Evaluación de la calidad del agua mediante el índice de contaminación por mineralización.

En la figura 34, se evidencia la evaluación del índice de contaminación por mineralización de las primeras muestras en temporada lluviosa y de las segundas muestras en temporada seca. De manera general en el sector cárcel la modelo del puntos 1 se evidencia de acuerdo al color una contaminación muy alta por mineralización. Empezando por tener en cuenta que la dureza presenta un índice de 1, debido a que su valor es mayor a 110 mg/lit ver tabla (10 y 11); así mismo la conductividad presenta un índice de 1 debido a que su valor es mayor a 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ver tabla (10 y 11), la alcalinidad aunque no supera 250 mg/lit su valor es suficiente para que mediante de la utilización de la ecuación arroje un índice de 0.8 dando una calidad muy alta de color rojo. En el sector de Villa Margarita se evidencia de acuerdo al color una contaminación muy alta por mineralización, y en comparación con el punto 1 este presenta una mayor contaminación. Ya que sus parámetros debido a sus valores altos presentan un índice de 1, sin la necesidad de implementar la ecuación; y eso es porque la dureza es mayor a 110 mg/lit, la conductividad mayor a 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la alcalinidad mayor 250 mg/lit ver tabla (10 y 11). En el sector Parque los Seguros si bien es la unión de los dos cuerpos de agua el Tejo y el Chiquito, presenta una menor contaminación en comparación con el punto 1 y punto 2, aunque presenta una contaminación muy alta por mineralización.

Si bien el sector la pradera es la entrada del río Tejo al casco urbano también presenta una contaminación muy alta dada al índice y color, aunque en comparación con los demás puntos tanto en temporada lluviosa y temporada seca presenta una menor contaminación. En el punto 5 se presenta una contaminación muy alta por mineralización, contaminación dada a sus valores no tan altos. Si bien este punto 6 es la salida del río del casco urbano y que ya a esta altura ha recogido las aguas del Tejo y del Chiquito, y de los diferentes vertimientos generados a lo largo de

su trayectoria, es el menos contaminado por mineralización en comparación a los demás puntos, con un índice inferior al 0.850 dando un grado alto de color naranjado.

En las siguientes figuras, se muestra los cálculos del índice de contaminación por materia orgánica y la representación gráfica de la contaminación, para las primeras y segundas muestras en temporada lluviosa y temporada seca.

TEMPORADA LLUVIOSA	TEMPORADA SECA
$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10}. 2960$ $= 0.504$ $I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(7.5) = 0.25$ $\text{Punto 1 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.504 + 0.25) = 0.585$	$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10}. (3820)$ $= 0.5$ $I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(4.6) = 0.5$ $\text{Punto 1 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.5 + 0.5) = 0.7$
$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10}. 3200$ $= 0.523$ $I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(6.5) = 0.35$ $\text{Punto 2 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.523 + 0.35) = 0.624$	$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10}. (4500)$ $= 0.6$ $I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(4.7) = 0.5$ $\text{Punto 2 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.5 + 0.6) = 0.7$
$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10}. 2800 = 0.49$ $I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(5.7) = 0.43$ $\text{Punto 3 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.49 + 0.43) = 0.64$	$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10}. (4000)$ $= 0.5$ $I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(5.5) = 0.4$ $\text{Punto 3 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.4 + 0.5) = 0.6$
$I_{\text{DBO}} = -0.05 + 0.70\text{Log}_{10}. 10 = 0.65$ $I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(6.0) = 0.4$ $\text{Punto 4 ICOMO} = \frac{1}{3}(0.65 + 0 + 0.4) = 0.35$	$I_{\text{Oxígeno}\%} = 1 - 0.010(8.9) = 0.1$ $\text{Punto 4 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.1 + 0) = 0.3$

$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10} \cdot 3600$ $= 0.552$ $I_{\text{Oxigeno\%}} = 1 - 0.010(6.1) = 0.39$ $\text{Punto 5 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.552 + 0.39) = 0.647$	$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10} \cdot (4200)$ $= 0.5$ $I_{\text{Oxigeno\%}} = 1 - 0.010(3.8) = 0.6$ $\text{Punto 5 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.6 + 0.5) = 0.7$
$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10} \cdot 2060$ $= 0.416$ $I_{\text{Oxigeno\%}} = 1 - 0.010(6.0) = 0.4$ $\text{Punto 6 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.416 + 0.4) = 0.605$	$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56\text{Log}_{10} \cdot (3900)$ $= 0.5$ $I_{\text{Oxigeno\%}} = 1 - 0.010(3.9) = 0.6$ $\text{Punto 6 ICOMO} = \frac{1}{3}(1 + 0.6 + 0.5) = 0.7$

Figura 35. Cálculo del índice de contaminación por materia orgánica.

Se evidencia, las ecuaciones empleadas para los cálculos del índice de contaminación por materia orgánica para las primeras tomas de muestra temporada de lluvias y segundas tomas de muestra temporada seca.

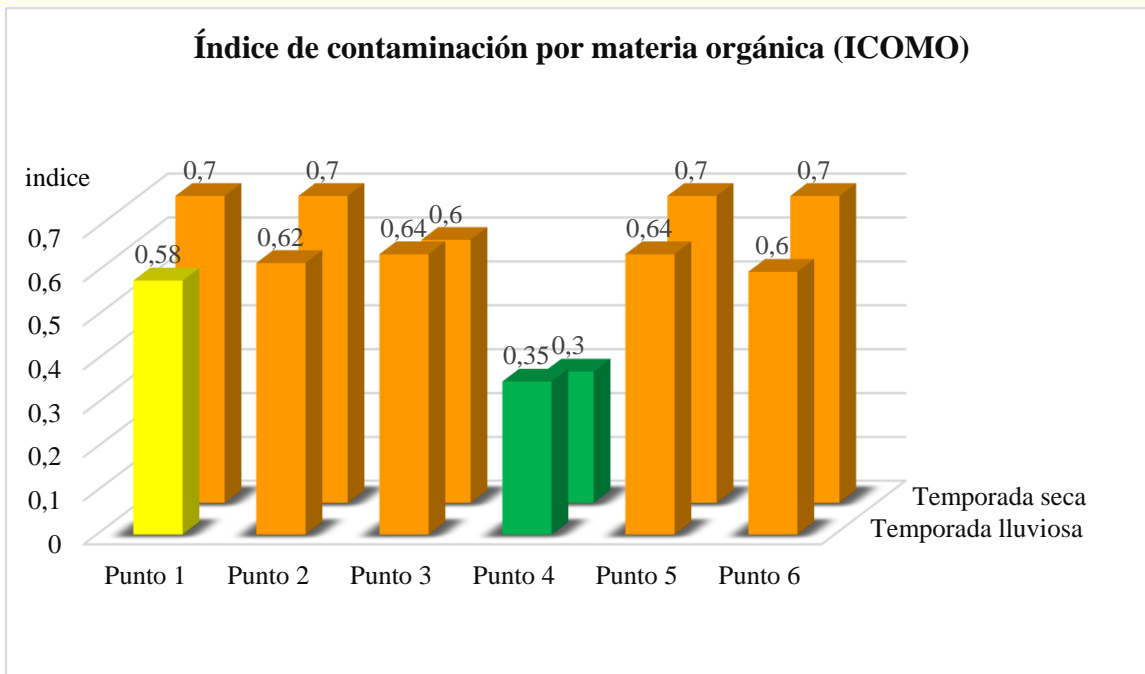


Figura 36. Evaluación de la calidad del agua mediante el índice de contaminación por materia orgánica.

En la figura 36, se evidencia la evaluación del índice de contaminación por materia orgánica de las primeras muestras en temporada lluviosa y de las segundas muestras en temporada seca. De manera general, en el punto 1 se evidencia una contaminación por materia orgánica de grado media para temporada lluviosa y alta para temporada seca, con valores de índice de 0.58 y 0.7, una DBO con un grado muy alto, índice 1, por otro lado los coliformes totales son menores 20.000 (NMP/100 ml), haciendo necesario el uso de, y por ultimo OD presenta una variación en sus valores lo que modifica el grado de contaminación ver tabla (10 y 11). El punto 2 en temporada seca en comparación con el punto 2 en temporada lluviosa presenta una mayor contaminación de grado alta. Para el punto 2 se evidencia una contaminación por materia orgánica de grado alta y un valor de índice de 0.6 de color naranja. Como ya se ha mencionado el sector del parque los seguros es donde se da la unión de los ríos tejo y chiquito,

se presenta una contaminación de grado muy alta, aunque el punto 3 en temporada seca presenta un mayor índice al punto 3 en temporada lluviosa.

Por otra parte, en el punto 4 se aprecia un ICOMO de grado de contaminación baja, color verde y con un índice menor a 0.3. Por otro lado se evidencia que el sector la pradera debido a su poca intervención y por ser el inicio del cuerpo de agua dentro del casco urbano presenta un grado de contaminación verde, las descargas en este sector son pocas. En el sector del palomar del punto 4 se evidencia una contaminación de grado alta, el punto en temporada seca presenta un índice más alto, que al de la temporada de lluvias; teniendo en cuenta que las precipitaciones hace que se genere una mayor dilución del cuerpo. Y por último el punto 6 presenta una tendencia similar a la de los demás puntos en cuanto a su contaminación de grado alta.

En las siguientes figuras, se muestra los cálculos del índice de contaminación por solidos suspendidos y la representación gráfica de la contaminación, para las primeras y segundas muestras en temporada lluviosa y temporada seca.

TEMPORADA LLUVIOSA	TEMPORADA SECA
Punto 1 ICOSUS = $-0.02+0.0003(70)(\text{mg/L}) = 0.19$	Punto 1 ICOSUS = $-0.02+0.0003(80) = 0.22$
Punto 3 ICOSUS = $-0.02+0.0003(190)(\text{mg/L}) = 0.55$	Punto 3 ICOSUS = $-0.02+0.0003(260) = 0.76$

Punto 4 ICOSUS = $-0.02+0.0003(20)(\text{mg/L}) = 0.04$	Punto 4 ICOSUS = $-0.02+0.0003(20) = 0.04$
Punto 5 ICOSUS = $-0.02+0.0003(270)(\text{mg/L}) = 0.70$	Punto 5 ICOSUS = $-0.02+0.0003(240) = 0.7$
Punto 6 ICOSUS = $-0.02+0.0003(240)(\text{mg/L}) = 0.7$	Punto 6 ICOSUS = $-0.02+0.0003(140) = 0.4$

Figura 37. Cálculo del índice de contaminación por solidos suspendidos.

Se evidencia, las ecuaciones empleadas para los cálculos del índice de contaminación por solidos suspendidos para las primeras tomas de muestra temporada de lluvias y segundas tomas de muestra temporada seca.

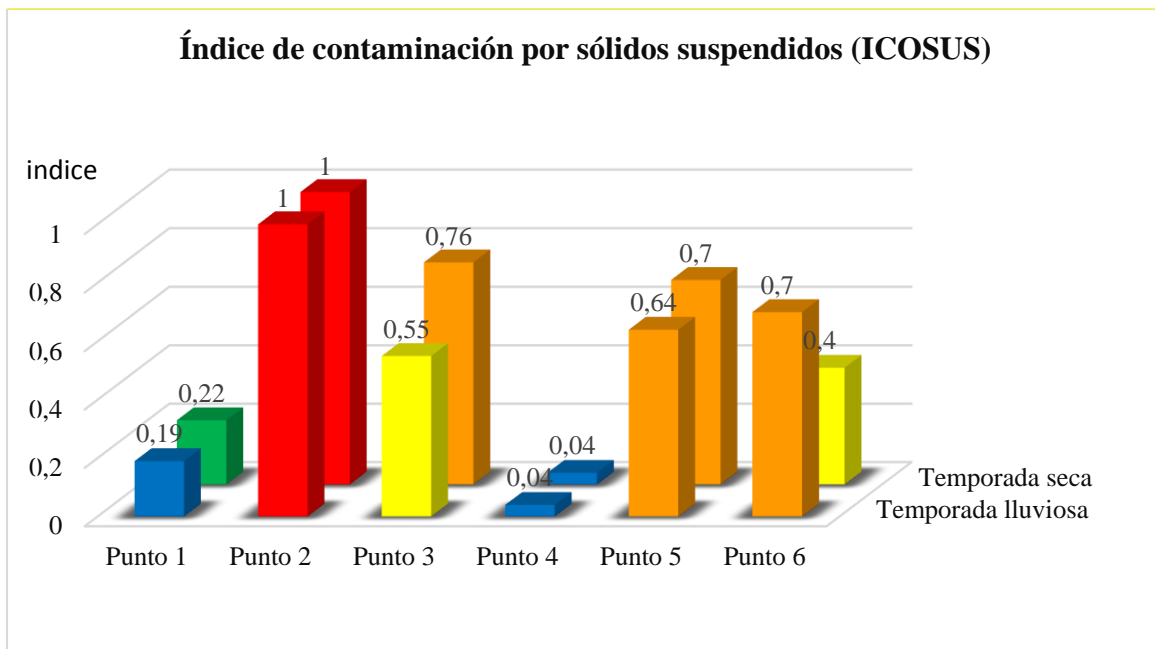


Figura 38 Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización del índice de contaminación por solidos suspendidos.

En la figura 38, se evidencia la evaluación del índice de contaminación por sólidos suspendidos de las primeras muestras en temporada lluviosa y de las segundas muestras en temporada seca. De manera general, se evidencia que en el sector de la Modelo que es el punto 1 no presenta ninguna contaminación por sólidos suspendidos en temporada lluviosa, ya que presenta un índice inferior a 0.2 de color azul; en comparación en temporada seca que si presenta un grado de contaminación baja. El sector de villa margarita del punto 2 en comparación con el sector de la modelo, presenta 8 índices más arriba de contaminación por sólidos suspendidos; además se evidencia que los SS presentan un índice de 1 con un grado de contaminación muy alta, sin la necesidad de usar la ecuación, ya que sus valores son mayores a 340 mg/l ver tabla (10 y 11). En el punto 3 del parque los seguros, se puede apreciar una contaminación por SS de grado media de color amarillo, con un índice inferior a 0.6 en temporada lluviosa, en cambio en temporada seca presenta una contaminación alta. Si comparamos este punto con el anterior esta presenta dos y un grado más debajo de contaminación. Aunque si bien este es el punto en donde se unen los ríos. Como se debe de esperar en el punto 4, se puede identificar como el sector de la pradera no presentan ninguna contaminación por SS, con un índice inferior a 0.1 de color azul. Por otro lado, se evidencia la lógica ya que el sector la pradera posee poca intervención y por ser el inicio del cuerpo de agua dentro del casco urbano. Después del sector de villa margarita, el sector de palomar parte baja del punto 5 presenta la segunda contaminación por SS de grado alto con un índice de 0.7 y 06 de color naranjado para temporada lluviosa y temporada seca, si bien en temporada seca presenta un índice más alto en contaminación. Y por último en el punto 6 del sector de las ferias, se evidencia la tercera contaminación mayor por SS de grado alto en temporada lluviosa y de grado media en temporada seca, en comparación con sectores como la modelo y palomar. Se presenta un índice de 0.7 de color naranjado y un índice por encima de 0.4 de color amarillo.

En la siguiente figura, se muestra la representación gráfica de la contaminación por pH, para las primeras y segundas muestras en temporada lluviosa y temporada seca. Todos los puntos van a presentar un índice 1 de grado de contaminación muy alta de color rojo, dado a que los valores de pH son mayores a 6. Ver figura (12) y ver tabla (12y 13).

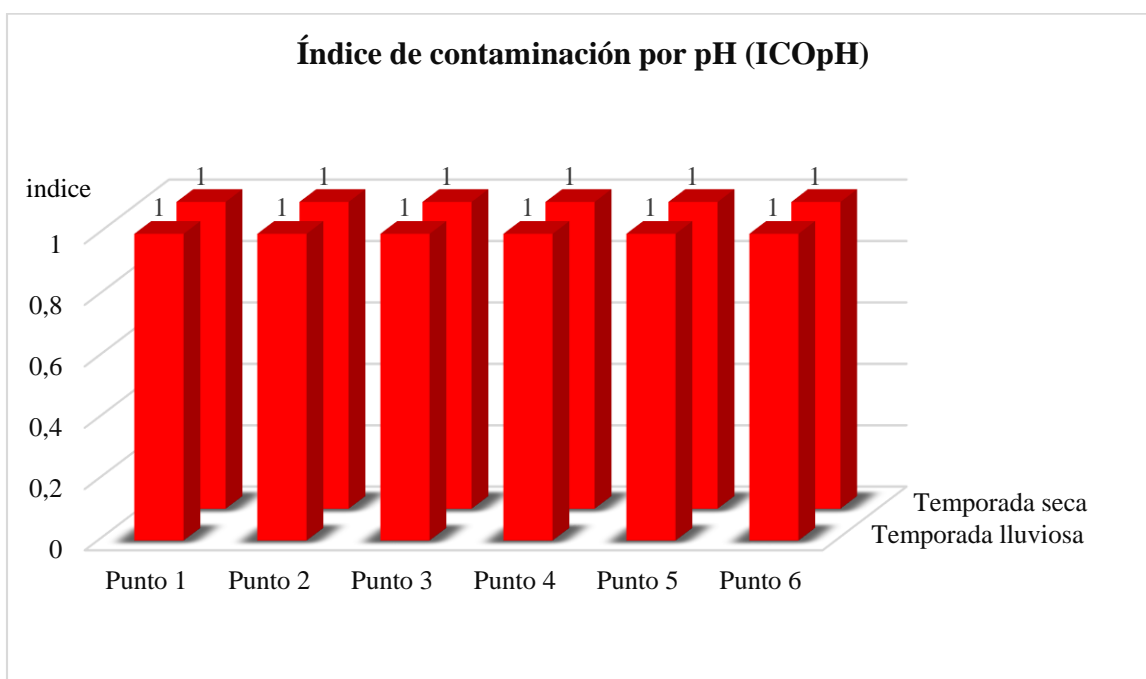


Figura 39. Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización del índice de contaminación por pH.

5.8 Análisis de los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles (LMP) en aguas residuales bajo la resolución 0631 del 2015

En las siguientes tablas, se presenta un breve análisis y comparación de cuatro parámetros analizados por punto de acuerdo a lo estipulado en el artículo 8 del capítulo V de la resolución 0631 del 2015, tanto para la temporada de lluvia y temporada seca.

Tabla 16

Análisis de los parámetros del punto 1 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	7,6	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	355	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 155 de más
DBO	mg/L	90,00	285	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 195 de más
SS	mg/L	100,00	70	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 30 de menos

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector cárcel la modelo del primer muestreo en temporada de lluvias.

Tabla 17

Análisis de los parámetros del punto 2 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
-----------	----------	-----------------------------	-----------------	----------

pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	7,2	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	371	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 171 de más
DBO	mg/L	90,00	322	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 232 de más
SS	mg/L	100,00	450	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 350 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector villa margarita del primer muestreo en temporada de lluvias.

Tabla 18

Análisis de los parámetros del punto 3 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	7,3	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	357	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 157 de más
DBO	mg/L	90,00	210	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 120 de más
SS	mg/L	100,00	190	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 90 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector parque los seguros del primer muestreo en temporada de lluvias.

Tabla 19

Análisis de los parámetros del punto 4 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	8,2	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	13	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 187 de menos
DBO	mg/L	90,00	10	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 80 de menos
SS	mg/L	100,00	20	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 80 de menos

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector la pradera del primer muestreo en temporada de lluvias.

Tabla 20

Análisis de los parámetros del punto 5 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,9	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	300	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 100 de más
DBO	mg/L	90,00	250	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 160 de más
SS	mg/L	100,00	270	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 170 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector palomar parte baja del primer muestreo en temporada de lluvias.

Tabla 21

Análisis de los parámetros del punto 6 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada lluviosa

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	7,1	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	253	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 53 de más
DBO	mg/L	90,00	180	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 90 de más
SS	mg/L	100,00	240	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 140 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector la gloria y las ferias del primer muestreo en temporada de lluvias.

Tabla 22

Análisis de los parámetros del punto 1 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	7,3	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	512	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 312 más
DBO	mg/L	90,00	470	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una

				diferencia de un valor 380 de más
SS	mg/L	100,00	80	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia menor de 20

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector cárcel la modelo del segundo muestreo en temporada seca.

Tabla 23

Análisis de los parámetros del punto 2 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,92	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	583	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 383 de más
DBO	mg/L	90,00	450	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 360 de más
SS	mg/L	100,00	350	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 250 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector villa margarita del segundo muestreo en temporada seca.

Tabla 24

Análisis de los parámetros del punto 3 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
-----------	----------	-----------------------------	-----------------	----------

pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,97	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	602	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 402 de más
DBO	mg/L	90,00	420	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 330 de más
SS	mg/L	100,00	260	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 160 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector parque los seguros del segundo muestreo en temporada seca.

Tabla 25

Análisis de los parámetros del punto 4 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,98	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	20	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 180 de menos
DBO	mg/L	90,00	3,5	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 86,5 de menos
SS	mg/L	100,00	20	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor de 80 de menos

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector la pradera del segundo muestreo en temporada seca.

Tabla 26

Análisis de los parámetros del punto 5 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,88	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	356	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 156 de más
DBO	mg/L	90,00	220	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 130 de más
SS	mg/L	100,00	240	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 140 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector palomar parte baja del segundo muestreo en temporada seca.

Tabla 27

Análisis de los parámetros del punto 6 de acuerdo a la resolución 0631 en temporada seca

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	VALOR ANALIZADO	ANÁLISIS
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,93	Se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos
DQO	mg/L	200,00	268	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 168 de más
DBO	mg/L	90,00	199	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 199 de más
SS	mg/L	100,00	140	No se ajusta a LMP dado a los rangos establecidos, con una diferencia de un valor 40 de más

Nota. La tabla muestra un breve análisis y comparación entre el valor del parámetro analizado y los valores estimados como límites máximos permisibles por la resolución 0631 del 2015, para el sector la gloria y las ferias del segundo muestreo en temporada seca.

Tabla 28

Comparación de la calidad de los parámetros en estudio para la preservación de flora y fauna de acuerdo al decreto 1594 de 1984, para las primeras muestras en temporada lluviosa

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PARÁMETROS EN ESTUDIO PARA LA PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE ACUERDO AL DECRETO 1594 DE 1984				
PUNTO	PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR ESTIPULADO	VALOR ANALIZADO
1	POTENCIAL DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	7.6
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	7.5
2	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	6.5-9.0	7.2
	OXÍGENO DISUELTO	mg/L	5.0	6.5
3	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	7.3
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	5,7
4	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	8.2
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	6.0
5	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	6.9
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	6.1
6	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	7.1
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	6.0

Nota. En la tabla se presenta la comparación de la calidad para la preservación de la flora y fauna para las variables de pH y oxígeno disuelto de las primeras tomas de muestras teniendo en cuenta el decreto 1594 de 1984. Se evidencia que todos los parámetros de los seis puntos están dentro de los rangos de calidad estipulados por el decreto e incluso su calidad está mucho más por encima de lo admisible.

Tabla 29

Comparación de la calidad de los parámetros en estudio para la preservación de flora y fauna de acuerdo al decreto 1594 de 1984, para las segundas muestras en temporada seca

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PARÁMETROS EN ESTUDIO PARA LA PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE ACUERDO AL DECRETO 1594 DE 1984				
PUNTO	PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR ESTIPULADO	VALOR ANALIZADO
1	POTENCIAL DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	7,3
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	4.6
2	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	6.5-9.0	6,9
	OXÍGENO DISUELTO	mg/L	5.0	4.7
3	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	7.0
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	5.5
4	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	7.0
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	8.9
5	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	6.9
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	3.8
6	POTENCIA DE HIDROGENO	pH	6.5-9.0	6,9
	OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.0	3.9

Nota. En la tabla se presenta la comparación de la calidad para la preservación de la flora y fauna para las variables de pH y oxígeno disuelto de las segundas tomas de muestras teniendo en cuenta el decreto 1594 de 1984. Se evidencia que el pH de los seis puntos está dentro de los rangos de calidad estipulados, por otro lado, tan solo el punto 3 y el punto 4 correspondiente al OD están dentro de los rangos de calidad; así mismo, los demás puntos no alcanzan a estar dentro de los rangos admisibles.

5.9 Comparación de análisis fisicoquímicos y microbiológicos con historiales de ESPO

En las siguientes tablas, se presenta los valores de cinco parámetros analizados en los dos últimos años en comparación con historiales del 2014 y 2015 realizados por la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña (ESPO):

Tabla 30

Comparación con historiales de ESPO de cinco parámetros para el punto 4

PARAMETROS	MUESTRA2014	MUESTRA2015	MUESTRA2016	MUESTRA2017
OXIGENO DISUELLTO		8.05	6.0	8.9
DBO	190	120	10	20
DQO	370	250	13	3.5
SOLIDOS SUSPENDIDOS	51	36	20	20
COLIFORMES	300	150	150	200

Nota. La tabla muestra los valores de cinco parámetros realizados en 2017 y 2016, los cuales son comparados con análisis realizados en 2014 y 2015 por ESPO; en el punto cuatro del sector la pradera.

Tabla 31

Comparación con historiales de ESPO de cinco parámetros para el punto 6

PARAMETROS	MUESTRA2014	MUESTRA2015	MUESTRA2016	MUESTRA2017
OXIGENO DISUELLTO		2.9	6.0	3.9
DBO	210	210	180	199
DQO	438	330	253	268
SOLIDOS SUSPENDIDOS	81	35	240	140
COLIFORMES	5000	1800	2060	3900

Nota. La tabla muestra los valores de cinco parámetros realizados en 2017 y 2016, los cuales son comparados con análisis realizados en 2014 y 2015 por ESPO; en el punto seis del sector la gloria y las ferias.

En las siguientes figuras, se representa gráficamente la visualización de la evolución de resultados por parámetros de los que dispone las dos tablas anteriores con forme a los cuatros años seguidos, se identifica la tendencia de la variable y el cambio en el transcurso de los años.

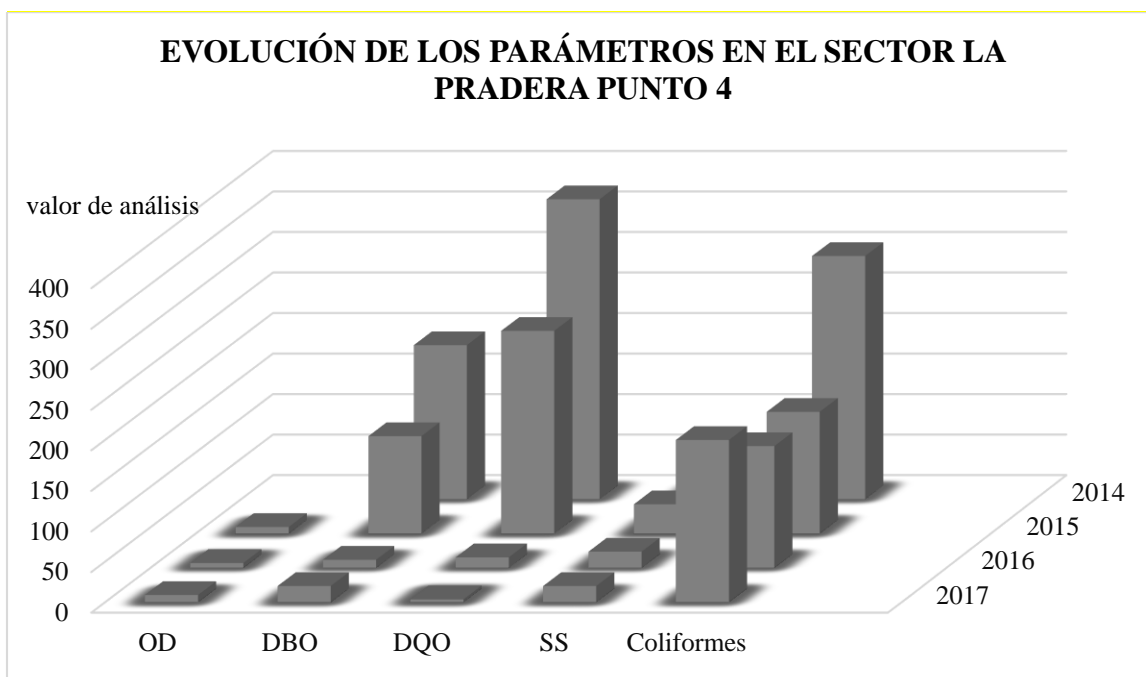


Figura 40. Representación gráfica de la visualización para la evolución de los parámetros para el sector la pradera.

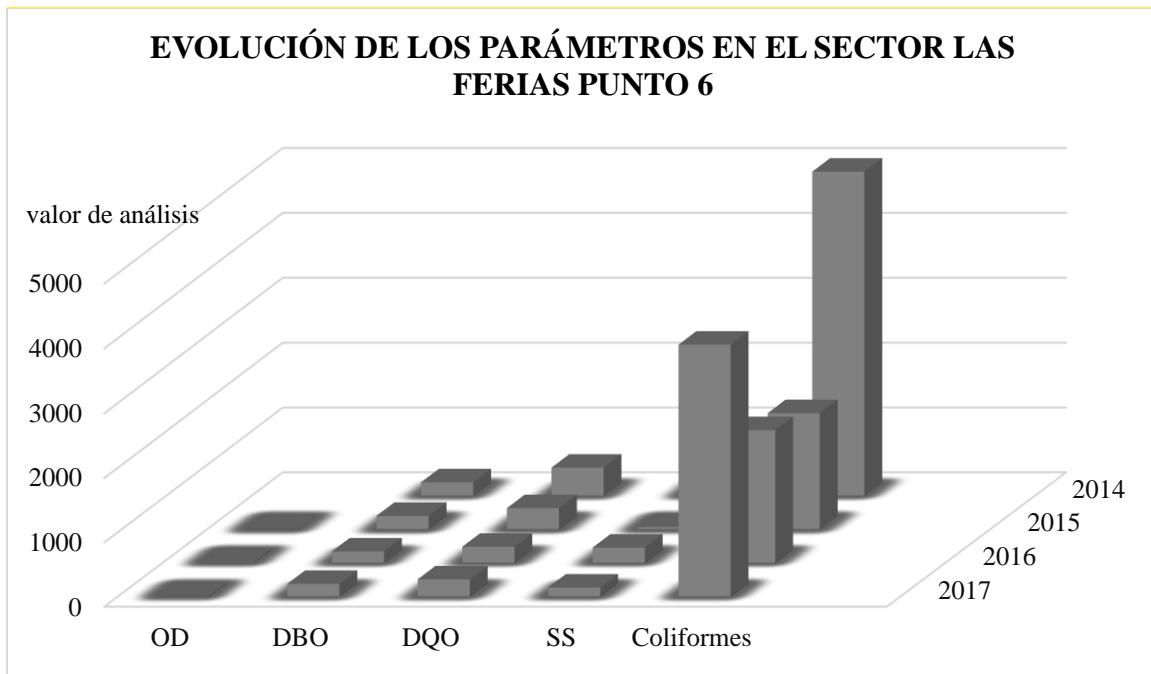


Figura 41. Representación gráfica de la visualización para la evolución de los parámetros para el sector la gloria-las ferias.

5.10 Resultados de encuestas

En las siguientes figuras, se evidencia la representación gráfica de 36 encuestas, dividida en nueve preguntas. Las encuestas se hizo con el fin de determinar los usos y principales factores externos que inciden sobre los ríos Tejo y Chiquito. Ver anexo (O), respecto a las preguntas contempladas en el formato de encuesta las personas respondieron lo siguiente:

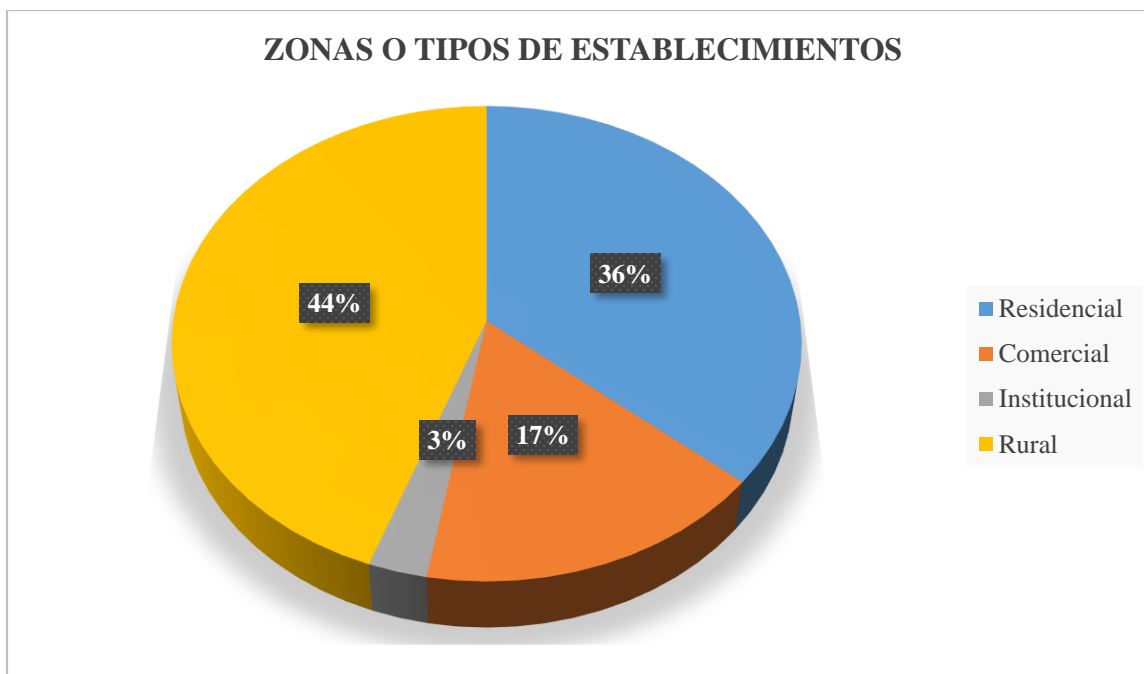


Figura 42. Zonas o Tipos de Establecimientos.

Se presenta cuatro zonas o tipo de establecimientos de 36 encuestas realizadas, en el que se evidencian el residencial, el comercial, el institucional y el rural. Así mismo, el establecimiento en mayor proporción es el rural con un 44%, seguido del residencial con un 36%, seguido del comercial con el 17% y por último el institucional con un 3%. Esto indica que las personas de la zona rural o cercana al perímetro urbano tuvieron una mayor delicadeza en atender las encuestas en comparación con las personas de la zona urbana debido a sus ocupaciones y a la poca disponibilidad. También se evidencia que los establecimientos cercanos al cuerpo hídrico en el municipio de Ocaña la mayoría son residencial y comercial. Por otro lado se considera que los establecimientos comerciales encuestados pertenecen a tiende y a talleres mecánicos. Dado a lo anterior la presencia de vertimientos industriales es baja en los lugares encuestados lo que podemos descartar sustancias peligrosas.



Figura 43. Personas que están Unida a un Sistema de Alcantarillado.

En este ítem, se evidencia que el 61% de la población encuestada no está unida o no cuenta con un sistema de alcantarillado, en comparación con un 39% que si están unida a un sistema de alcantarillado. Por otro lado indica que el 61% de esa población realizan descargas y vertimientos domésticos.

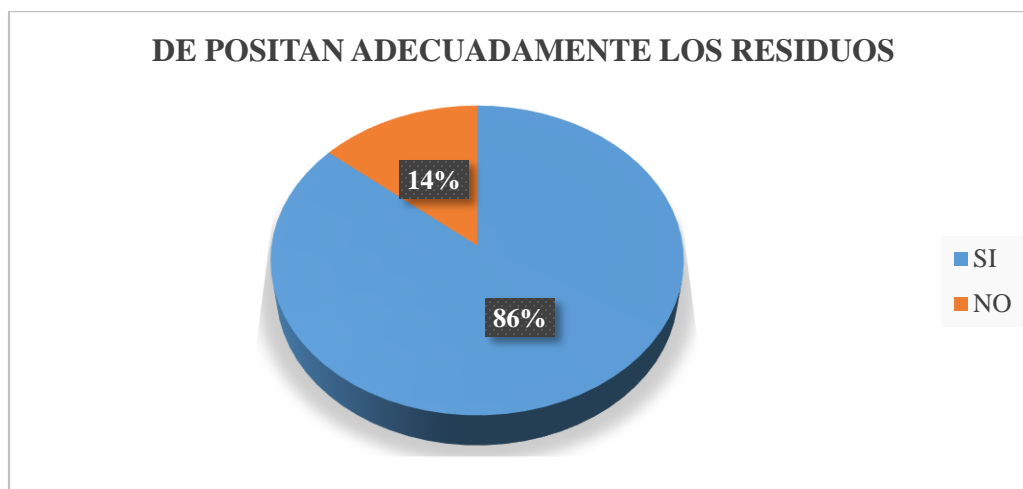


Figura 44. Personas que Depositán Adecuadamente los Residuos.

Se evidencia que la mayoría de la población encuestada si deposita adecuadamente los residuos, en comparación con un 14% de la población que dispone los residuos en cualquier sitio. Por otra parte las personas que disponen bien los residuos lo hacen a través de bolsas o recipientes para su debida recolección.



Figura 45. Personas que Tratan o Manejan los Residuos.

Se presenta que un 61% de la población encuestada no realiza manejo o tratamientos de los residuos que ellos mismos generan por la falta de conocimiento y la indiferencia frente al tema. Frente a un 39% que si tratan los residuos mediante el reciclaje o la reutilización en algunos casos.

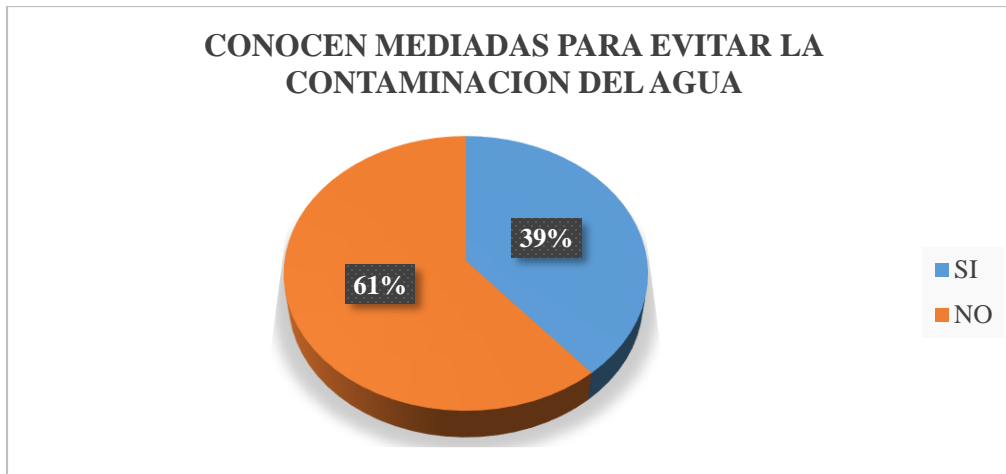


Figura 46. Personas que Conocen Medidas para Evitar la Contaminación del Río.

Se presenta que tan solo un 39% de la población encuesta si conoce de medidas para evitar la contaminación del agua, frente a la mayoría de la población que desconoce de medidas. Se evidencia una falta de conocimientos y de educación ambiental en la mayoría de población concerniente al tema, esto hace que la utilización de mecanismos de control para tratar estos cuerpos hídricos se han aún más difícil.

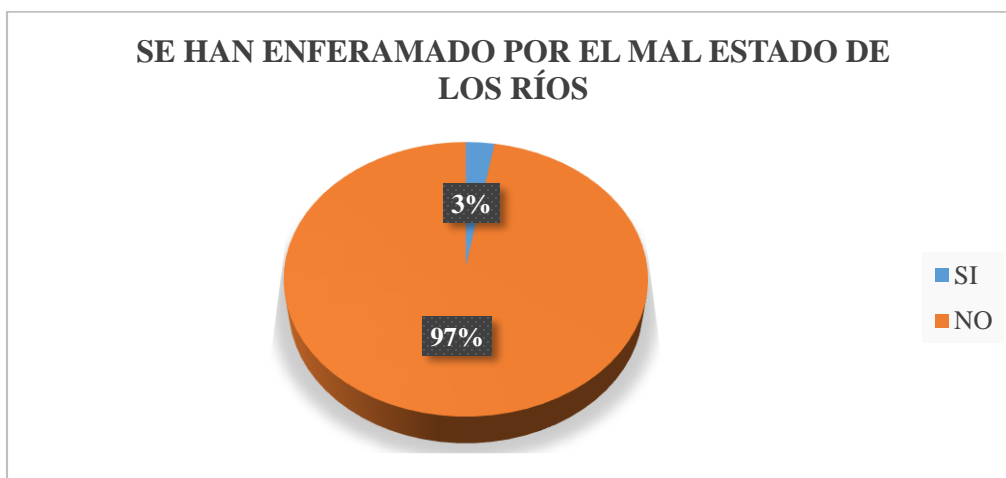


Figura 47. Personas que se han Enfermado por el Mal Estado de los Ríos.

Se evidencia que el mal estado de los cuerpos de agua no ocasiona la presencia de enfermedades dado a que el 97% de la población encuestada no se ha enfermado, en comparación con un 3% de la población que si se ha enfermado a causa del mal estado como alergias y brotes en la piel.

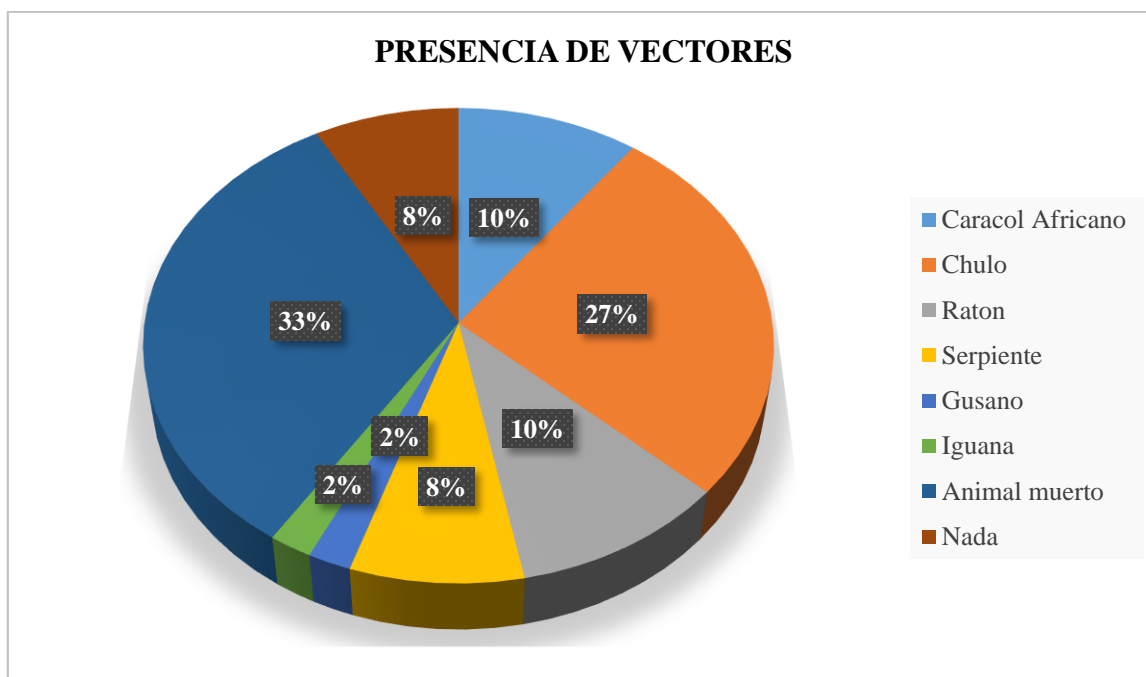


Figura 48. Personas que han Presenciado Vectores.

En la figura 48, se evidencia la presencia de animales muertos en el transcurso de estos ríos con un 33%; así mismo, el vector más común son las aves de carroña *Caragyps atratus*, seguido de ratones y del caracol africano *Achatina fulica* con un 10% para ambos. Esto indica la alta presencia de descomposición de animales muertos en el transcurso de los cuerpos hídricos.

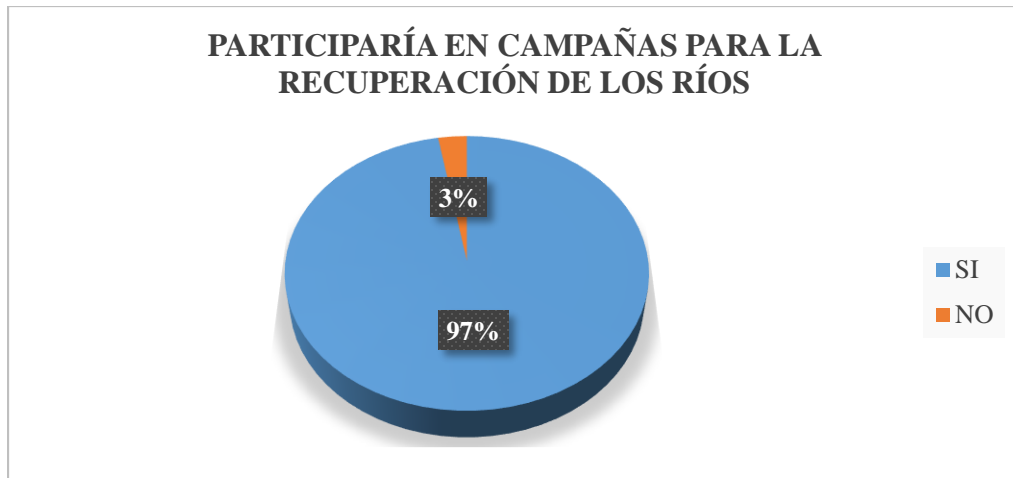


Figura 49. Personas que Participarían en Campañas para la Recuperación de los Ríos.

En la figura 49 se presenta que la mayoría de la población encuestada con un 97% estaría vinculada en la participación de campañas en pro de la recuperación de los ríos, en comparación al 3% que no estaría interesada por cuestión de ocupaciones. Se evidencia el alto compromiso que tienen las personas por apoyar en las buenas causas ambientales.

5.11 Identificación de causas más representativas que genera la contaminación

La identificación de las causas más representativas que generan la contaminación se realiza con base a los valores arrojados del análisis de cada parámetro de manera general y de la evaluación de la calidad del agua.

El índice de contaminación por mineralización presento en la mayoría de los puntos una contaminación muy alta y alta, sus picos más altos de contaminación fueron para aquellas muestras que se realizaron en temporada seca que en aquellas realizadas en temporada lluviosas.

Excepto el punto 5 del primer muestreo que indica una mayor contaminación. Ahora bien el ICOMI presento tal contaminación dado a los valores tan altos de la dureza, conductividad y alcalinidad.

Alcalinidad: las causas más representativas del aumento de la alcalinidad, en este caso, se debe a la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos presentes en el agua (lavado de platos y de ropa). El agua residual suele tener un cierto grado de alcalinidad, cuyo origen es el agua de suministro y el aporte por las sustancias de uso doméstico.

Por otra parte, esta alcalinidad se produce por la presencia de una alta concentración de moléculas de minerales de carbono en suspensión. Es por eso que dada las concentraciones de alcalinidad en el río Tejo y río Chiquito el agua es dura

Dureza: el aumento de la dureza, se debe a la presencia de altos contenidos de niveles de minerales, en particular sales de magnesio y calcio. Además, estos cuerpos hídricos han venido presentando características duras.

Conductividad: El aumento de la conductividad, se debe en este caso, a la presencia alta de iones que están disueltos, a causas de sustancias que se ionizan. La conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones; así mismo, dado a altas concentraciones de fosfatos en estos cuerpos también se aumenta la conductividad, a la presencia de aniones de cloruro,

nitrate, sulfate. Also increases with the presence of salts and the quantity of ions in solution (fundamentally chloride, nitrate, sulfate, phosphate, sodium, magnesium and calcium). Given the above, this conductivity is due to discharges of waters with high contents of surfactants and cleaning products from the daily activities of people.

The index of contamination by organic matter presented a greater contamination in samples taken in dry seasons than in those taken in rainy seasons. The cause of this contamination is due to the presence of high contents of coliforms and biological oxygen demand; likewise, due to the low concentrations of dissolved oxygen. Given that the increase in precipitation generates a greater flow of the body of water, generating a high dilution of the contaminating loads due to the increase in agitation and aeration of the same.

Coliformes: The causes of the increase in coliforms are basically due to the high presence of discharges and fecal matter. Notwithstanding, the significant increase in coliforms in the dry season, is due to the low dilution, agitation and flow movement, in comparison with the rainy season.

Demanda biológica de oxígeno (DBO): The most representative causes of the increase, is due to the high concentration of organic contaminants that the residual water contains, which increases the BOD. Also, due to the presence of carbonaceous organic matter used as a food source for organisms, the presence of oxidizable nitrogen derived from nitrites, ammonia and organic nitrogen compounds; likewise, by reductors

químicos, como sulfitos, sulfuros y ion ferroso que son oxidados por Oxígeno disuelto. Por último, es de considerar que la DBO en temporada lluviosa no fue muy alta debido al efecto de la dilución a causas de las precipitaciones.

Oxígeno disuelto (OD): Considerando que el OD en temporada lluviosa fue alto por la acción de la lluvia y efecto de la dilución. Por otro lado, la causa de que el OD baje, se debe al aumento de la turbiedad, al arrastre de sedimentos, a la materia orgánica dado que la oxidación de esa materia va a consumir el oxígeno del agua.

También se tiene en cuenta, que el nitrógeno contribuye al agotamiento del oxígeno. Por otra parte al desarrollo de organismos y microorganismos disminuyen el oxígeno; así mismo, a la presencia de compuestos orgánicos, Detergentes (compuestos tensoactivos).

El índice de contaminación por sólidos suspendidos presento una variación en la presencia de SS para los puntos muestreados, tan solo se evidencio un punto de grado de contaminación muy alta, se presentó grados de contaminación baja, media y alta.

Solidos suspendidos (SS): Las causas más representativas básicamente se debe al material de arrastre en suspensión, a la presencia de partículas coloidales y materia orgánica. No obstante otro factor son las precipitaciones que hacen que se genere un mayor material de arrastre.

El índice de contaminación por pH presento en todos los puntos un grado de contaminación muy alto, aunque si bien sus valores arrojados oscilan entre 6 y 9, valores estipulados como límites máximos permisibles de acuerdo a la resolución 0631 del 2015 para aguas residuales.

Potencial de hidrogeno (pH): En las primeras muestras el pH fue más alto en relación con las segundas, indicando para estas primeras un pH con características alcalinas. De lo anterior se demuestra que las descargas y vertimientos generados sobre estos cuerpos hídricos poseen unas características capaces de disminuir el pH, ya que la presencia de precipitaciones hace que haya una mayor dilución. Por otro lado, una de las causas que hace que se modifique el pH es a la presencia de actividades en descomposición de la materia orgánica, a la presencia de bicarbonato y carbonato y al aumento de fosfatos a lo largo del transcurso de los cuerpos hídricos.

Fosfatos: El aumento de fosfatos evaluado en los puntos muestreados, básicamente se debe a la presencia de materia orgánica, a los detergentes ya que tiene componentes en fosforo. Además, a la presencia de excreciones humanas y animales; así mismo, el exceso de nutrientes en el agua del material vegetal en descomposición.

Demanda química de oxigeno (DQO): La causa más representativa básicamente se debe a la presencia de la materia orgánica refractaria, a los aceites y tensoactivos. Los cuales estas sustancias van a requerir más oxígeno para ser degradados.

Turbiedad: Básicamente las causas más representativas de la turbiedad en los puntos muestreado, se debe a la cantidad de partículas en suspensión que hay en las aguas residuales, como limos, materia orgánica y microorganismos dado el color del agua.

5.12 Identificación del cuerpo hídrico y de los puntos más críticos por contaminación

La identificación de los puntos más críticos de contaminación se realizara en base a los resultados de los análisis y a la evaluación de su calidad a través de los ICOS. Realizando la sumatoria de todos los índices al que corresponde para el punto.

Ejemplo: punto crítico: ICOMI+ICOMO+ICOSUS+ICOPH

$$\text{Punto crítico P1} = 0.9+1+0.7+0.5+0.2+0.2+1+1 = 5.5$$

$$\text{Punto crítico P2} = 1+1+0.7+0.6+1+1+1+1 = 7.3$$

$$\text{Punto crítico P3} = 0.8+1+0.6+0.6+0.7+0.5+1+1 = 6.2$$

$$\text{Punto crítico P4} = 0.8+0.8+0.3+0.3+0.04+0.04+1+1 = 4.28$$

$$\text{Punto crítico P5} = 0.8+0.7+0.7+0.6+0.7+0.7+1+1 = 6.2$$

$$\text{Punto crítico P6} = 0.7+0.8+0.7+0.6+0.4+0.7+1+1 = 5.9$$

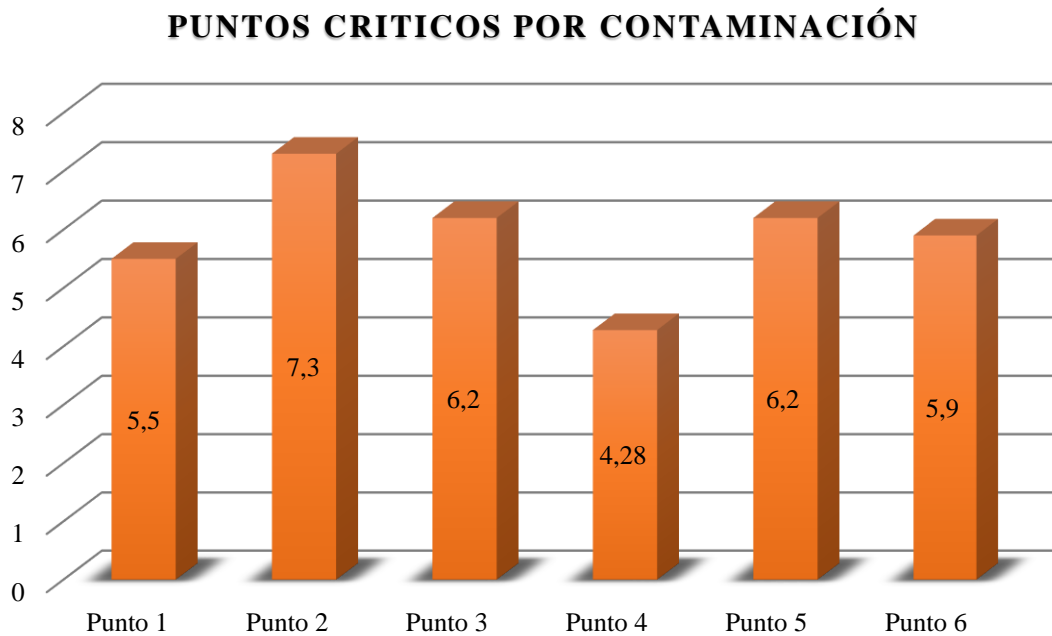


Figura 50. Identificación de los Puntos más Críticos o Contaminados.

En la figura 50, se aprecia los puntos más críticos o contaminados del mayor al menor. Se evidencia que el punto más contaminado es el punto 1 del sector de Villa margarita, posterior el punto 3 del sector Parque los seguros, el punto 5 del sector Palomar, el punto 6 del sector las Ferias, el punto 1 del sector Cárcel la modelo y por último el punto 4 del sector la Pradera.

$$\text{Rio Tejo} = 5.5 + 4.28 = 9.78$$

$$\text{Rio Chiquito} = 7.3 + 6.2 = 13.5$$

$$\text{Trayectoria del después de la unión} = 6.2 + 5.9 = 12.1$$

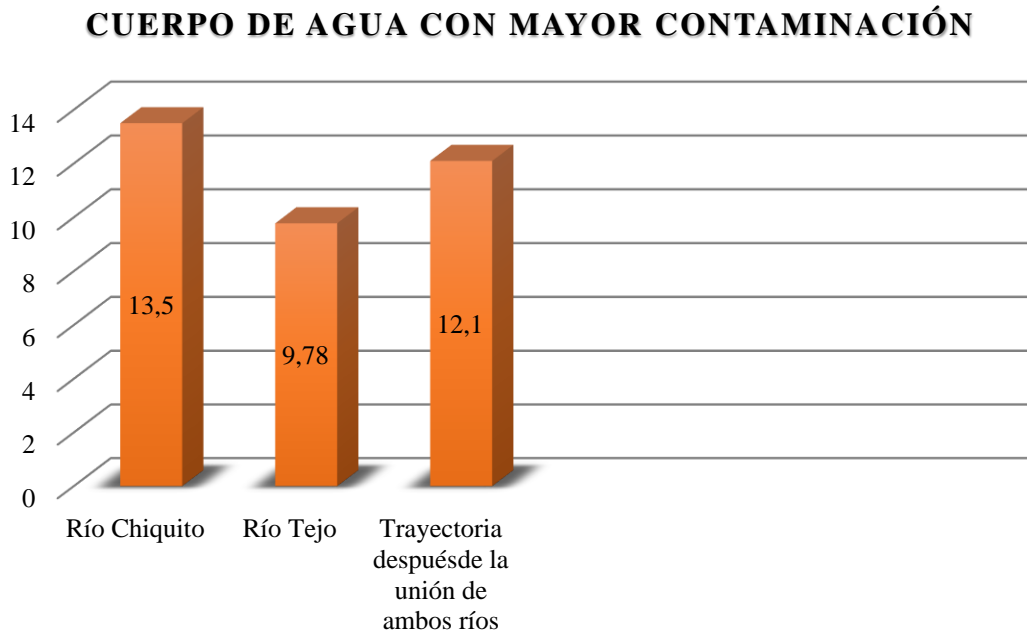


Figura 52. Identificación del Río más Contaminado.

En esta figura, se evidencia que el río más contaminado es el Chiquito, que el tramo después de la unión de ambos ríos presenta una mayor contaminación que el río Tejo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio y a la evaluación de la calidad del agua mediante la implementación de los índices ICOS, el río Chiquito es el más crítico en contaminación en comparación con el río Tejo.

5.13 Formulación de alternativas de control

A continuación la formulación de alternativas de control se realizó teniendo en cuenta los principales problemas observados y analizados durante el trabajo de campo y la búsqueda de información sistematizada, así mismo como el aporte de los resultados obtenidos en el trabajo.

1: Realizar un inventario o censo de la empresas que existe en la cabecera municipal y el tipo de residuos que generan

2: Dar cumplimiento al plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) y diseñar una planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR), para poder tratar las aguas residuales que se generan en el municipio.

3: Realizar la siembra de plantas aromáticas y de árboles grandes en el transcurso de los ríos, de tal manera, que puedan disipar los olores que afectan a la comunidad vecina.

4: Fortalecer la gestión para el pre tratamiento de efluentes de mataderos.

5: Fomentar los mejores hábitos e implementación de prácticas amigables con el recurso hídrico en los usuarios de redes de alcantarillado.

6: Incorporar programas de gestión y manejo de aguas residuales en los PGAR, PAT, POT y Planes de Desarrollo

7: La implementación de trampa grasas y tenso activos.

8: Realizar campañas de concientización y educación ambiental a la comunidad habitada cercana a los cuerpos hídricos, con el fin de lograr actitudes positivas hacia la conservación del agua.

9: Realizar a las aguas residuales domesticas tratamientos pilotos mediante electrocoagulación y depuración con ozono.

10: Utilizar detergentes sin fosfatos

11: Crear redes de vigilancia y control de la calidad de las aguas en el municipio

12: Construcción de humedales artificiales con plantas y microorganismos para el tratamiento de aguas residuales domesticas

13: La reutilización de aguas grises en servicios sanitarios y en irrigación.

Capítulo 6: conclusiones

Con la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de cada punto de muestreo en temporada de lluvia y temporada seca, se permitió conocer los valores exactos por parámetro. No obstante los parámetros analizados en temporada seca presentaron valores más altos en contaminación, en comparación con los analizados en temporada de lluvias. Dado a que la presencia de precipitaciones sometió a los ríos a una mayor dilución del agua debido al aumento del caudal, a una mayor movilidad y agitación del mismo.

Para la evaluación de la calidad del agua de los ríos Tejo y Chiquito, se tuvo en cuenta la identificación de puntos de monitoreo estratégicos debido a la extensión de los ríos, la evaluación se realizó ajustado bajo los índices de contaminación ICOS, conformado por las variables conductividad, alcalinidad, dureza, demanda biológica de oxígeno, coliformes, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, y potencial de hidrogeno. La evaluación de la calidad del agua por contaminación de pH presento grados de contaminación muy alta, dado generalmente por la presencia de actividades de descomposición de la materia orgánica, aunque si bien los valores de pH se ajusta a los límites máximos permisibles en aguas residuales estipulados por la resolución 0631. La evaluación por contaminación de sólidos suspendidos presento una variación con grados de contaminación muy alta, alta, media, baja y ninguna; esta variación, se da debido a que en algunos puntos se genera un mayor material de arrastre y partículas coloidales. La evaluación de la calidad del agua por contaminación de materia orgánica presento una variación con grados de contaminación alta, media y baja; dado a la gran cantidad de vertimientos que genera que la presencia de materia orgánica se aun mayor, y así mismo a la oxidación de la materia orgánica

que hace que el oxígeno disuelto en el agua sea menor, como también a la presencia de materia orgánica usada como fuente de alimentación por los organismos. La evaluación de la calidad por contaminación de mineralización en los diferentes puntos presento unos grados de contaminación muy alta y alta, debido al aumento de la dureza indicando la presencia de partículas de calcio y magnesio, así mismo, a la presencia alta de sustancias que se ionizan y que están disueltas causante del aumento de la conductividad; y por ultimo a carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos presentes del lavado de platos y de ropa.

Dado a los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y a la evaluación de la calidad del agua, se identificaron que las causas más representativas que afectan a los ríos es la presencia de descargas y vertimientos domésticos, la sobreacumulación de residuos, al presencia de detergentes, tensoactivos, elementos ácidos, sustancias con gran contenido de calcio, a la materia orgánica, a la concentraciones altas en fosforo, a la turbiedad, al arrastre de partículas y sedimentos.

A través de la evaluación de la calidad del agua de los ríos Tejo y Chiquito mediante la utilización de puntos de muestreo, se identificó el río más crítico por contaminación. En la que se evidencio que el cuerpo de agua más afectado es el río chiquito, dado a la presencia de altas cargas contaminantes analizadas.

Por otra parte, mediante la utilización de las encuestas se identificaron, que los establecimientos más comunes en la trayectoria de los ríos son los residenciales y comerciales,

que la mayoría de la población encuestada no cuentan o no están unida a un sistema de alcantarillado, que las características de los vertimientos en la mayoría de casos son domésticos, que gran parte de la población no depositan residuos en los ríos, que la mayoría de las personas desconocen los mecanismos para dar manejo a los residuos, que más de la mitad de la población encuestada desconoce las medidas para evitar la contaminación de los ríos, que tan solo una persona se ha visto afectada por el mal estado de los ríos como alergias y brotes, que las aves de carroña *Caragyps atratus*, seguido de ratones y del caracol africano *Achatina fulica*, son los vectores más comunes identificados y que casi la totalidad de la población encuestada se compromete en campañas en pro para la recuperación de los ríos.

Por último, se presentó la formulación de alternativas de control, como el fomento de la educación ambiental, la optimización del plan maestro de alcantarillado, como la utilización de detergentes sin fosfatos, la ubicación de una PTAR, y de la implementación de trampa grasas domésticas. Que ayudan a la disminución de ciertos niveles de contaminación y la minimización de los impactos.

De acuerdo a todo lo anterior, se da respuesta a la formulación del problema e hipótesis planteada, dado a que la evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de los índices de contaminación Icos permite visualizar el estado de los ríos en cuanto a su contaminación, y así mismo identificar las causas más representativas por medio de la evaluación, y posteriormente de acuerdo a sus causas generar las alternativas de control que eliminen las causas y reduzcan el nivel de contaminación

Capítulo 7: Recomendaciones

Dada las altas concentraciones de dureza en el río Chiquito, lo cual se hace extraño, dado a que no hay grandes industrias que cuyos vertimientos sean rico en calcio. Se recomienda hacer un análisis de los cuerpos de agua que conforma al río Chiquito, con el objeto de mirar si la dureza se debe a la mezcla de esos cuerpos de agua.

Las encuestas mostraron que los habitantes cercanos al cuerpo hídrico desconocen la magnitud del problema, así mismo, como también presentan una actitud de indiferencia ante tal situación. Se hace recomendable que administraciones municipales, corporaciones e incluso universidades se pongan en la tarea de una mejor educación y concientización ambiental en especial a las personas cercas a estos cuerpos de agua.

Se recomienda que empresas de servicios públicos como ESPO y a corporaciones como CORPONOR, en articulación con la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, que sigan impulsando los monitoreos de estos cuerpos de agua, con el objeto de tener un estudio más concienzudo en los diferentes niveles de contaminación. Ojala en lo posible todos los años se realizara un proyecto de este estilo y así comparar la variaciones que se pueden llegar a presentar.

Es recomendable que se desarrolle una optimización y actualización de infraestructura del Plan Maestro de Alcantarillado.

Se recomienda, que la administración municipal desarrollara un proyecto para el tratamiento de aguas residuales como una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Cuyo objetivo es el manejo de estas aguas para hacerlas menos contaminadas.

Por último la realización de este proyecto, permite que se generen una gama de estudios concerniente al tema.

Referencias

- BEDOYA PÉREZ, J. C., ARDILA ARIAS, A. N., & REYES CALLE, J. (2014). Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(3), 275 - 283.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (09 de 2012). *tratamiento de aguas*. Obtenido de <http://tratamiento-de-aguas.blogspot.com.co/2012/09/tanque-imhoff-aguas-residuales.html>
- López Arias, T., Peralta, V. F., Franco de Diana, D. M., Galeano Delgado, E., Alonso Márquez, F. S., Benítez Martínez, M. D., . . . Mazó Bareiro, C. G. (2016). Índices de calidad ambiental de aguas del Arroyo Caañabe mediante tests microbiológicos y ecotoxicológico. *Revista Ambiente & Agua*, 11(3), 548 - 565.
- MONTOYA M, Y., ACOSTA , Y., & ZULUAGA, E. (2011). EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO NEGRO Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS EMPLEANDO COMO INDICADORES LOS ÍNDICES ICA, EL BMWP/COL Y EL ASPT. *Caldasia*, 33(1), 193 - 210.
- Rincón Galán, Y. A., Daza Ardila, D. D., & Castrillón Cardona, W. F. (2011). Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Apulo, Cundinamarca-Colombia. *Tecnura*, 15(28), 53 - 67.
- Rodríguez García, R., Martínez Muñoz, C., Hernández Vizcaino , D., Veguillas, J. d., & Acevedo de Pedro , M. (junio de 2003). CALIDAD DEL AGUA DE FUENTES DE MANANTIAL EN LA ZONA BÁSICA DE SALUD DE SIGÜENZA. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 423 - 432.
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (diciembre de 2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 25(2), 173 - 178.
- Aguirre Cordón, M. R., Vanegas Chacón, E. A., & García Álvarez, N. (2016). Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2), 39 - 43.
- Alarcón, M. A., Beltrán, M., Cárdenas, M. L., & Campos, M. C. (septiembre de 2005). Recuento y determinación de viabilidad de *Giardia* spp. y aguas potables y residuales en la cuenca alta del río Bogotá. *Biomédica*, 25(3), 353 - 365. Recuperado el 24 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572005000300011&lang=pt
- Álvarez Amilcar, D. M., Paris, M., Fasciolo, G., & Barbazza, C. (junio de 2011). Evaluación de la contaminación de acuíferos producida por actividades de saneamiento y re-uso de efluentes en el norte de la provincia de Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 431, 19 - 39. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652011000100002&lang=pt

- Andréis, J. B. (2003). *MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y CONTAMINANTES MARINOS (AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS)*. INVEMAR .
- arias, J. s. (s.f.). DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN (Icos) EN CUERPOS DE AGUA . *Repository.unimilitar*.
- Ávila de Navia, S. L., & Estupiñán Torres, S. M. (2013). Calidad sanitaria del agua del Parque Natural Chicaque. *Nova*, 11(20), 39 - 44.
- Barrera, S., Díaz Granados , M., Ramos Bonilla , J. P., Camacho , L. A., Rosales, R., Escalante, N., & Torres , M. (noviembre de 2005). Aplicación de un modelo numérico para la priorización de la inversión en tratamiento de aguas residuales en Colombia. *Revista de Ingeniería*(22), 76 - 83. Recuperado el 24 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932005000200009&lang=pt
- Behrends Kraemer, F., Chagas, C. I., Vázquez Amábile, G., Paz, M., & Moretton, J. A. (2014). Estimación de escenarios de contaminación por coliformes fecales en una microcuenca de la Pampa Ondulada de Argentina mediante el empleo de un modelo predictivo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 46 N° 2, 83 - 96. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652014000200007&lng=es&tlng=es.
- Beleño, I. (12 de Febrero de 2011). El 50% del agua en Colombia es de mala calidad. *Pese a que Colombia es el sexto país con mayor oferta hídrica en el mundo, el Ministerio de Medio Ambiente calcula que la mitad de los recursos hídricos tienen problemas de calidad*.(141), pág. 19. Obtenido de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/el-50-del-agua-en-colombia-es-de-mala-calidad.html>
- BIZ. (s.f.). <http://importanciadelagua.biz>. Obtenido de <http://importanciadelagua.biz>: <http://importanciadelagua.biz/importancia-del-agua-en-la-vida/>
- Campos Pinilla, C., Cárdenas Guzmán, M., & Guerrero Cañizares, A. (julio de 2008). Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá (Colombia). *Universitas Scientiarum*, 13(2), 103 - 108. Recuperado el 24 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832008000200001&lang=pt
- Caracol Radio. (27 de Abril de 2010). <http://caracol.com.co>. Obtenido de <http://caracol.com.co>: http://caracol.com.co/radio/2010/04/27/regional/1272392220_995621.html
- Chagas, C. I., Morettón, J., Santanatoglia, O. J., Paz, M., Muzio, H., De Siervi, M., & Castiglioni, M. (julio de 2006). Indicadores de contaminación biológica asociados a la erosión hídrica en una cuenca de Pampa Ondulada Argentina. *Ciencia del suelo*, 24(1), 21 - 27. Recuperado el 24 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672006000100003&lang=pt
- Chalarca Rodríguez, D. A., Mejía Ruiz, R., & Aguirre Ramírez, N. J. (junio de 2007). Aproximación a la determinación del impacto de los vertimientos de las aguas residuales domésticas del municipio

de Ayapel, sobre la calidad del agua de la ciénaga. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(40), 41 - 58.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Mexico: CEPAL. Obtenido de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/6411-la-contaminacion-de-los-rios-y-sus-efectos-en-las-areas-costeras-y-el-mar>

Córdova, S., Gaete, H., Aránguiz, F., & Figueroa, R. (2009). Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. *Latin american journal of aquatic research*, 37(2), 199 - 209.

corponor . (24 de 03 de 2009). *corponor* . Recuperado el 12 de 11 de 2016, de <http://www.corponor.gov.co/es>

corporacion autonoma regional del guavio . (s.f.). *corpoguavio*.

corpouraba. (10 de 07 de 2016). *corpouraba.gov.co*. Obtenido de <http://www.corpouraba.gov.co/glosario-ambiental>

crites, r., tchobano, g., & lous. (2000). *sistema demanejo de aguas residuales* . santafe de bogota : McGraw-Hill.

Cruz, D. B. (18 de mayo de 2013). LAGUNA DE OXIDACIÓN DE ABREGO CONTAMINA AL RIO ALGODONAL DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER. *LAGUNA DE OXIDACIÓN DE ABREGO CONTAMINA AL RIO ALGODONAL DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER*. Obtenido de <https://dennysbet.wordpress.com/2013/05/18/laguna-de-oxidacion-de-abrego-contamina-al-rio-algodon-al-de-ocana-norte-de-santander-2/>

DC, A. M. (25 de OCTUBRE de 2010). *ALCALDIA DE BOGOTA*. Obtenido de ALCALDIA DE BOGOTA: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

decreto 3930/2010. (25 de 10 de 2010). *alcaldiabogota*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. (24 de 11 de 2014). *Naciones Unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/>: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

Díaz Franky, M. C. (2014). *Generalidades de las aguas residuales en pequeñas comunidades*. Bogotá: UNAD.

Díaz Solano , B. H., Esteller , M. V., & Garrido Hoyos , S. E. (abril de 2011). Calidad físico-química y microbiológica del agua en parques acuáticos. *Hidrobiológica*, 21(1), 49 - 62. Recuperado el 30 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000100005&lang=pt

Díaz, J. P. (2013). *USMP*. Obtenido de <http://www.usmp.edu.pe>: <http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>

- EL TIEMPO. (8 de MAYO de 2015). Colombia quiere sacar de la 'agonía' a diez ríos críticos. *Residuos de extracción de oro, químicos para procesar coca e industrias, los grandes contaminantes*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/diez-rios-de-colombia-en-estado-critico-para-descontaminar/15710076>
- Esther. (18 de septiembre de 2015). *ELBLOGVERDE.COM*. Obtenido de <http://elblogverde.com/contaminacion-de-los-rios/>
- Explorable. (3 de Noviembre de 2009). Investigación Cuantitativa y Cualitativa. *Explorable*. Obtenido de <https://explorable.com/es/investigacion-cuantitativa-y-cualitativa>
- Fernández, N., Ramos, G., & Solano, F. (2004). Una herramienta Informática para el análisis y valoración de la calidad. *Bistua*, 2(2). Obtenido de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/publicaciones/bistua_revista_ciencias_basica/2004/11082010/rev_bis_vol2_num2_art12.pdf
- FORERO CÉSPEDES, A. M., REINOSO FLÓREZ, G., & GUTIÉRREZ, C. (diciembre de 2013). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO OPIA (TOLIMA-COLOMBIA) MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS. *Caldasia*, 35(2), 371 - 387. Recuperado el 30 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322013000200012&lang=pt
- Fuentes Rivas, R. M., Ramos Leal, J. A., Jiménez Moleón, M. d., & Esparza Soto, M. (agosto de 2015). Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 253 - 264. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000300005&lang=pt
- fuquene, D. m. (2003). *datateca*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358002/Abastecimiento_Contenido_en_linea/leccin_27_tcnicas_de_muestreo.html
- GARCÍA, F., PALACIO, C., & GARCIA, U. (2012). CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA COSTERA DE SANTA MARTA (COLOMBIA). *DYNA*, 79(173), 85-94,.
- García Nieto, E., Carrizales Yañez, L., Juárez Santacruz, L., García Gallegos, E., Hernández Acosta, E., Briones Corona, E., & Vázquez Cuecuecha, O. (abril de 2011). Plomo y arsénico en la subcuenca del Alto Atoyac en Tlaxcala, México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 7 - 17. doi:10.5154/r.rchscfa.2010.06.040
- Garza, M. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Universidad TecMilenio: <http://cursos.tecmilenio.edu.mx/cursos/at8q3ozr5p/master/ed/ed09504/apoyos/1.pdf>
- Gómez Marín, A. M., Naranjo Fernández, D., Martínez, A. A., & Gallego Suárez, D. d. (junio de 2007). CALIDAD DEL AGUA EN LA PARTE ALTA DE LAS CUENCAS JUAN COJO Y EL SALADO (GIRARDOTA – ANTIOQUIA, COLOMBIA). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 60(1), 3735 - 3749.

- Gomez, M. L., Moriena, R., Felizzia, J., & Schiavo, H. (diciembre de 2009). Caracterización hidrogeoquímica e identificación de procesos de mezcla en un acuífero afectado por un vertedero municipal no controlado. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 61(3), 437 - 450. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222009000300010&lang=pt
- Gomez, S. P., & Gomez Pacheco, A. (2009). calculo de cargas e indices de contaminacion en la cuenca principal del rio pamplonita . *calculo de cargas e indices de contaminacion en la cuenca principal del rio pamplonita* . Bucaramanga , Colombia .
- GORDILLO MARTÍNEZ, A. J., CABRERA CRUZ, R. B., HERNÁNDEZ MARIANO, M., GALINDO, E., OTAZO, E., & PRIETO, F. (agosto de 2010). Evaluación regional del impacto antrópico sobre aire, agua y suelo. Caso: huasteca hidalguesa, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(3), 229 - 251. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000300006&lang=pt
- Graff, P. (s.f.). <http://www.agro.uba.ar>. Obtenido de <http://www.agro.uba.ar>: <http://www.agro.uba.ar/users/batista/EE/papers/potencial%20hidrico.pdf>
- GRUPO EMPRESARIAL R&R. (23 de julio de 2014). <http://www.rringenieria.com>. Obtenido de <http://www.rringenieria.com>: <http://www.rringenieria.com/blog1/34-contaminaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos-en-colombia.html>
- Guzmán Blanca, L., Nava, G., & Díaz, P. (Agosto de 2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(spe), 177 - 190. doi:10.7705/biomedica.v35i0.2511
- GUZMÁN COLIS, G., THALASSO, F., RAMÍREZ LÓPEZ, E. M., RODRÍGUEZ NARCISO, S., GUERRERO BARRERA, A. L., & AVELAR GONZÁLEZ, F. J. (abril de 2011). Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 89 - 102.
- Guzmán, B. L., Nava, G., & Díaz, P. (agosto de 2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(spe), 177 - 190. doi:10.7705/biomedica.v35i0.2511
- Huertas, J. A. (agosto de 2015). Propuesta para establecer un sistema de vigilancia de contaminantes ambientales en Colombia. *Biomédica*, 35(spe), 8 - 19. doi:10.7705/biomedica.v35i0.2449
- IDEAM. (Julio de 1997). TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS. *TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS*. Obtenido de http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Toma_De_Muestras.htm
- instituto mexicano de normatización y certificación A.C. (21 de mayo de 2004). *norma mexicana imnc* . Obtenido de <http://www.itsatlixco.edu.mx/tec/gestion/NORMAS%20DE%20CALIDAD/ISO%2014050%20Vocabulario.pdf>

- Javier. (27 de octubre de 2010). <http://javiadministracionensalud.blogspot.com.co>. Obtenido de <http://javiadministracionensalud.blogspot.com.co>: <http://javiadministracionensalud.blogspot.com.co/2010/10/rios-contaminados-en-colombia.html>
- jimez, m. a., & velez, m. v. (s.f.). analisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial . unal.edu.co, 64.
- Kerlinger, F. N. (2002). *Investigacion del comportamiento*. México: McGraw Hill.
- Ki-moon, B. (24 de 11 de 2014). *Organizacion Mundial de las Naciones Unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/>: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml
- I Chán Santisteban, M. L., & Peña, W. (2015). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Iacán, Guatemala. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(1), 19 - 23.
- La opinión. (26 de Mayo de 2015). Alerta por contaminación y represamientos en ríos de Ocaña. *La preocupación de las autoridades ambientales se funda en que los habitantes del sector continúan arrojando basuras al río*. Obtenido de <http://www.laopinion.com.co/oca/alerta-por-contaminacion-y-represamientos-en-rios-de-oca-92151#ATHS>
- La opinión. (8 de Febrero de 2016). Otro río de Norte de Santander en peligro por la contaminación. *La denuncia la hizo uno de los habitantes de El Aserío, en Teorama, quien instó a sus vecinos a cuidar el río Catatumbo*. Obtenido de <http://www.laopinion.com.co/reportero-ciudadano/otro-rio-de-norte-de-santander-en-peligro-por-la-contaminacion-106528#ATHS>
- Larios Ortiz, L. (abril de 2009). Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 13(2). Recuperado el 24 de mayo de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552009000200017&lang=pt
- Madrigal Monárrez, I., Benoit, P., Barriuso, E., Réal, B., Dutertre, A., & Moquet, M. (Marzo de 2007). Retención de plaguicidas en zonas amortiguadoras. Caso del isoproturon. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 8(1), 35 - 43. Recuperado el 24 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432007000100004&lang=pt
- Marsilli, A. (2005). Tratamiento de aguas residuales. *ecologia profunda* , 1.
- METCAF, & EDD. (1995). *ingenieria de aguas residuales*. espa;a : McGraw-Hill.
- Mihelcic, J. R., & Zimmerman, J. B. (2012). *INGENIERIA AMBIENTAL Fundamentos, Sustentabilidad, Diseño*. Mexico: Alfaomega.
- MINAMBIENTE . (18 de 03 de 2015). [minambiente.gov.co](https://www.minambiente.gov.co). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1700:minambiente-presenta-nueva-norma-de-vertimientos-que-permitira-mejorar-la-calidad-agua-del-pais>

- ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial . (05 de 2007). *minambiente* . Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_químicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (21 de OCTUBRE de 2004). *MINAMBIENTE*. Obtenido de MINAMBIENTE: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/No_rmativa/Decretos/dec_3440_211004.pdf
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO . (NOVIEMBRE de 2000). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA*. Obtenido de Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA: http://www.cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf
- Ministerio de desarrollo económico, direccion de agua potable y saneamiento basico. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*. Santa fé de Bogotá.
- ministerio de minas y energia . (05 de 2015). *minminas*. Recuperado el 22 de 11 de 2016, de <https://www.minminas.gov.co/documents>
- ministerio de salud y proteccion social . (2012). *minsalud*.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2014). <http://www.msssi.gob.es>. Obtenido de <http://www.msssi.gob.es>: <http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/consumoHumano.htm>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (4 de abril de 1997). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/6/40506/Colombia_Decreto_901_1997_Tasas_Retr_IBUTIVAS.pdf
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (17 de MARZO de 2015). *CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL*. Obtenido de CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL: http://corponor.gov.co/control_calidad/RESOLUCION%20MINAMBIENTE%20NACIONAL%20631%20DE%202015.pdf
- Mora Arellano, V., & García, A. (diciembre de 2013). Evaluación de la calidad del agua y su tendencia corrosiva en los morichales “Guaricongo” y “Los Caribes”, municipio Heres, Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 53(2), 183 - 191. Recuperado el 30 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482013000200007&lang=pt
- Moreno, S., Alvarado, M. V., Bermúdez, A., & Gutiérrez, M. F. (junio de 2009). Análisis filogenético de las cepas de rotavirus y virus de la hepatitis A encontradas en agua de consumo en el municipio de Quibdó, Chocó. *Biomédica*, 29(2), 209 - 217. Recuperado el 24 de mayo de 2016, de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572009000200006&lang=pt

- NATIONAL GEOGRAPHIC. (2013). *NATIONAL GEOGRAPHIC*. Obtenido de <http://www.nationalgeographic.es>: <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/aguas-dulces/contaminacion-agua>
- Navarro, L. (2009). *Desarrollo, ejecución y presentación del proyecto de investigación*. Venezuela: Panapo de Venezuela.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996. (s.f.). *dof.gob.mx*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998
- Oller Arlandis, V., & Sanz Valero, J. (diciembre de 2012). Cáncer por contaminación química del agua de consumo humano en menores de 19 años: una revisión sistemática. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 32(6), 435 - 443. doi:10.1590/s1020-49892012001400007
- Ontiveros Capurata, R. E., Diakite Diakite, L., Álvarez Sánchez, M. E., & Coras Merino, P. M. (octubre de 2013). Evaluación de aguas residuales de la ciudad de México utilizadas para riego. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(4), 127 - 140. Recuperado el 30 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000400008&lang=pt
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (Junio de 2015). *ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD*. Obtenido de ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
- Ortiz, N. E., & Carmona, J. C. (junio de 2015). APROVECHAMIENTO DE CROMO ELIMINADO EN AGUAS RESIDUALES DE CURTIEMBRES (SAN BENITO, BOGOTÁ), MEDIANTE TRATAMIENTO CON SULFATO DE SODIO. *Luna Azul*, Nº 40, 117 - 126. doi:10.17151/luaz.2015.40.9
- Osorio, C. (2003). La falta del agua dulce: la principal amargura durante el desastre. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*. Obtenido de http://www.unisdr.org/2003/campaign/spanish/7_Article_PAHO_spa.pdf
- prim, I. e. (2010). *4.tecnun.es*. Obtenido de <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>
- prim, I. e. (s.f.). *4.tecnun.es*. Obtenido de <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>
- RAMÍREZ, C. R. (19 de Noviembre de 2014). El río Pamplonita, un paciente en cuidados intensivos. *Aguas residuales de diez municipios de Norte de Santander tienen al borde del colapso al afluente*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/contaminacion-del-rio-pamplonita/14855257>
- RAMÍREZ, E., ROBLES, E., SAINZ Ma, G., AYALA, R., & CAMPOY, E. (noviembre de 2009). Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(4), 247 - 255. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400005&lang=pt

- ramirez, restrepo, r., & cardeñosa, m. (2014). índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. *scielo*.
- ramirez, restrepo, r., & cardeñosa, m. (s.f.). índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. *scielo*.
- Resolución 0062 de 2007. (s.f.). *ideam*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents>
- Reyes, R. A. (26 de Mayo de 2015). Alerta por contaminación y represamientos en ríos de Ocaña. *La preocupación de las autoridades ambientales se funda en que los habitantes del sector continúan arrojando basuras al río*. Obtenido de <http://www.laopinion.com.co/oca/alerta-por-contaminacion-y-represamientos-en-rios-de-oca-92151#ATHS>
- Romero Barreiro, M. d., Pinilla Castañeda, R. D., & Zafra Mejía, C. A. (Diciembre de 2015). Evaluación temporal de la concentración de metales pesados (Pb y Cu) asociada con el sedimento vial: Fontibón-Barrios Unidos (Bogotá D. C., Colombia). *Ingeniería y Universidad*, 29(2), 315 - 333. doi:10.1114/javeriana.iyu19-2.etc
- Romero López, T. d., Santiso Garbayo, P., & González Díaz, O. A. (14 de julio de 2014). Caracterización de las aguas residuales de la empresa procesadora de alimentos PRODAL, Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 35(3), 88-100.
- ROMINA VILLAGRÁN, M., AGUAYO, M., PARRA, L. E., & GONZÁLEZ, A. (junio de 2006). Relación entre características del hábitat y estructura del ensamble de insectos en humedales palustres urbanos del centro-sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 79 N° 2, 195 - 211. doi:10.4067/S0716-078X2006000200006
- SALAS, H. J. (noviembre de 2000). HISTORIA Y APLICACIÓN DE NORMAS MICROBIOLÓGICAS. (C. N. 29, Ed.) *Biblioteca Virtual MINAM, Vol. 18, No. 11*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/613/BIV00162.pdf>
- Samboni, N., Reyes T, A., & Carvajal E, Y. (2011). Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. *Ingeniería y Competitividad*, 13(2), 49 - 60.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill. ISBN: 978-607-15-0291-9.
- sampieri, r. h., collado, c. f., & lucio, P. b. (2006). *metodología de la investigación*.
- Sanchez, E. (2 de OCTUBRE de 2010). *VEO VERDE*. Obtenido de <https://www.veoverde.com>: <https://www.veoverde.com/2010/10/contaminacion-de-rios-afecta-a-5-mil-millones-de-personas-en-el-mundo/>
- Sánchez, E., & Coras Merino, P. M. (2013). *Tecnología y ciencias del agua*, 4(4), 127 - 140.
- santana, m. h., & molina, r. d. (2010). <http://tesis.udea.edu.co/>. Obtenido de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1304/1/DiagnosticoContaminacionAguasResidualesDomesticasCuencaBajaQuebradaMacanaSanAntonioPrado.pdf>

- Secretario General, Asamblea Nacional Constituyente. (20 de julio de 1991). *SENADO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA*. Obtenido de SENADO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA :
http://www.senado.gov.co/images/stories/Informacion_General/constitucion_politica.pdf
- Shuttleworth, M. (16 de Septiembre de 2008). Diseño de Investigación Descriptiva. *Explorable*. Obtenido de <https://explorable.com/es/disenio-de-investigacion-descriptiva>
- SITIES. (2016). *SITIES*. Obtenido de <https://sites.google.com>:
<https://sites.google.com/site/contaminaciondelaguaencolombia/>
- Susana. (2016). *Cual es el*. Obtenido de <http://cual-es-el.com>: <http://cual-es-el.com/la-importancia-del-agua-para-la-vida/>
- Torres Bejarano, F., Ramírez León, H., Rodríguez Cuevas, C., Tejera González, M. P., & Vásquez Jaraba, M. C. (Abril de 2015). Validación de un modelo hidrodinámico y calidad del agua para el Río Magdalena, en el tramo adyacente a Barranquilla, Colombia. *Hidrobiológica*, 25(1), 7 - 23. Recuperado el 2016 de mayo de 26, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972015000100002&lang=pt
- Torres, M. A. (27 de Abril de 2010). <http://caracol.com.co>. Obtenido de <http://caracol.com.co>:
http://caracol.com.co/radio/2010/04/27/regional/1272392220_995621.html
- Torres, P., Cruz, C. H., Patiño, P., Escobar, J. C., & Pérez, A. (diciembre de 2010). Aplicación de índices de calidad de agua -ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. *Ingeniería e Investigación*, 30(3), 86 - 95. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092010000300007&lang=pt
- Triana, L. E. (2007). ESTUDIOS DE ANTECEDENTES SOBRE LA CONTAMINACION HIDRICA EN COLOMBIA. *ESTUDIOS DE ANTECEDENTES SOBRE LA CONTAMINACION HIDRICA EN COLOMBIA*. Colombia. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>
- UNESCO. (2016). *UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org>:
<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-15-water-pollution/>
- UNESCO. (2016). *UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org>:
<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/world-water-scenarios/>
- UNESCO. (2016). *UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org/>:
http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap_WWDR3_Facts_and_Figures_SP.pdf

- UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. (2014). INDICES DE CALIDAD (ICAs) Y DE CONTAMINACION (ICOs) DEL AGUA DE IMPORTANCIA MUNDIAL. *INDICES DE CALIDAD (ICAs) Y DE CONTAMINACION (ICOs) DEL AGUA DE IMPORTANCIA MUNDIAL*. PAMPLONA, COLOMBIA.
- Venegas B, C., Mercado R, M., & Campos, M. M. (diciembre de 2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO Y DEL AGUA RESIDUAL EN UNA POBLACIÓN DE BOGOTÁ (COLOMBIA). *Biosalud*, 13 (2), 24 - 35. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502014000200003&lang=pt
- Venegas B, C., Mercado R, M., & Campos, M. C. (Diciembre de 2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO Y DEL AGUA RESIDUAL EN UNA POBLACIÓN DE BOGOTÁ (COLOMBIA). *Biosalud*, 24 - 35.
- wills, b. a., velez, s., arboleda, a. f., & garces, j. p. (2010). Propuesta metodologica para la evaluacion de sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas . *EIA*, 1.

ANEXOS

Anexo A



Fuente: autor

Esta fotografía pertenece al punto 1 del sector cárcel la modelo, ubicada cerca al barrio Marabel.

Anexo B



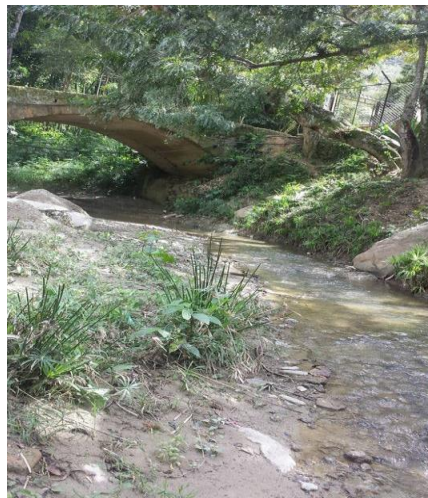
Fuente: autor

Esta fotografía pertenece al punto 2 del sector de Villa margarita, cercana al Colegio Villa Margarita. Aquí se evidencia el río Chiquito en un tramo canalizado.

Anexo C

Fuente: autor

Esta fotografía pertenece al punto 3 del sector Parque los seguros, en ella se evidencia la unión de ambos ríos, este punto está ubicado a principio de la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Anexo D

Fuente: autor

Esta fotografía pertenece al punto 4 del sector la Pradera, en este punto se evidencia la entrada del río Tejo al casco urbano; por otra parte este punto presenta poca intervención humana y está ubicado camino al agua de la Virgen.

Anexo E

Fuente: autor.

Esta fotografía pertenece al punto 5 del sector Palomar parte baja, ubicado al término de la infraestructura de canalización hidráulica

Anexo F

Fuente: autor

Esta fotografía pertenece al punto 6 del sector la Gloria-las Ferias, ubicado en la salida del río del casco urbano orientación norte, a esta altura el cuerpo hídrico ya ha recogido todas las aguas de la depresión Ocañera.

Anexo G



Fuente: autor

En esta fotografía se evidencia los 6 recipientes con la muestra de agua residual listos para su respectivo análisis de laboratorio.

Anexo H

Registros de los análisis fisicoquímicos



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Compuesta.

LUGAR DE MUESTREO: Cárcel la Modelo PUNTO: Punto 1

TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 08:00 Hrs.

FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de enero de 2017.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 25 de enero de 2017. HORA: 08:00 Hrs.

ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 1
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7,3
TURBIEDAD	NTU	115
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	769
DUREZA	mg/L CaCO ₃	190
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	275
OXIGENO DISUELTO	mg/L	4,6
DBO ₅	mg/L	470
DQO	mg/L	512
FOSFATOS	mg/L	11,1
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	80

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



NIT. 800 163 130 - 0

LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Compuesta.

LUGAR DE MUESTREO: Villa Margarita PUNTO: punto 2

TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 09:15 Hrs.

FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de enero de 2017.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 25 de enero de 2017. HORA: 08:00 Hrs.

ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 2
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	6,9
TURBIEDAD	NTU	183
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	982
DUREZA	mg/L CaCO ₃	120
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	320
OXIGENO DISUELTO	mg/L	4,7
DBO ₅	mg/L	450
DQO	mg/L	583
FOSFATOS	mg/L	19,7
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	350

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

Anexo I

Registros de los análisis fisicoquímicos



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Compuesta.

LUGAR DE MUESTREO: Parque los Seguros PUNTO: punto 3

TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 10:28Hrs.

FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de enero de 2017.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 25 de enero de 2017. HORA: 08:00 Hrs.

ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 3
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7,0
TURBIEDAD	NTU	121
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	925
DUREZA	mg/L CaCO ₃	150
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	270
OXIGENO DISUELTO	mg/L	5,5
DBO ₅	mg/L	420
DQO	mg/L	602
FOSFATOS	mg/L	19,5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	260

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Compuesta.

LUGAR DE MUESTREO: La pradera PUNTO: punto 4

TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 11:52 Hrs.

FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de enero de 2017.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 25 de enero de 2017. HORA: 08:00 Hrs.

ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 4
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7,0
TURBIEDAD	NTU	5,8
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	340
DUREZA	mg/L CaCO ₃	150
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	150
OXIGENO DISUELTO	mg/L	8,9
DBO ₅	mg/L	20
DQO	mg/L	<3,5
FOSFATOS	mg/L	5,3
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	20

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

Anexo J

Registros de los análisis fisicoquímicos



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Compuesta.

LUGAR DE MUESTREO: Palomar PUNTO: punto 5

TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 13:15 Hrs.

FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de enero de 2017.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 25 de enero de 2017. HORA: 08:00 Hrs.

ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 5
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	6,9
TURBIEDAD	NTU	137
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	782
DUREZA	mg/L CaCO ₃	100
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	210
OXIGENO DISUELTO	mg/L	3,8
DBO ₅	mg/L	220
DQO	mg/L	356
FOSFATOS	mg/L	11,4
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	240

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Compuesta.

LUGAR DE MUESTREO: La Gloria PUNTO: punto 6

TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 14:35 Hrs.

FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de enero de 2017.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 25 de enero de 2017. HORA: 08:00 Hrs.

ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 6
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	6,9
TURBIEDAD	NTU	194
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	763
DUREZA	mg/L CaCO ₃	110
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	210
OXIGENO DISUELTO	mg/L	3,9
DBO ₅	mg/L	199
DQO	mg/L	268
FOSFATOS	mg/L	12,0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	140

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

Anexo K Registros de los análisis fisicoquímicos



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.
 TIPO DE MUESTRA: Compuesta.
 LUGAR DE MUESTREO: Cárcel la Modelo PUNTO: Punto 1
 TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 08:00 Hrs.
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de diciembre de 2016.
 FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 14 de diciembre de 2016. HORA: 08:00 Hrs.
 ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 1
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7,6
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	605
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,5
DBO ₅	mg/L	285
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	210
DUREZA	mg/L CaCO ₃	140
FOSFATOS	mg/L	28,2
DQO	mg/L	355
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	70
TURBIEDAD	NTU	192

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.
 TIPO DE MUESTRA: Compuesta.
 LUGAR DE MUESTREO: Villa Margarita PUNTO: punto 2
 TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 09:22 Hrs.
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de diciembre de 2016.
 FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 14 de diciembre de 2016. HORA: 08:00 Hrs.
 ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 2
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7,2
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	923
OXIGENO DISUELTO	mg/L	6,5
DBO ₅	mg/L	322
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	300
DUREZA	mg/L CaCO ₃	350
FOSFATOS	mg/L	62,7
DQO	mg/L	371
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	450
TURBIEDAD	NTU	118

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

Anexo L Registros de los análisis fisicoquímicos



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.
 TIPO DE MUESTRA: Compuesta.
 LUGAR DE MUESTREO: Parque los Seguros PUNTO: punto 3
 TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 11:01 Hrs.
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de diciembre de 2016.
 FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 14 de diciembre de 2016. HORA: 08:00 Hrs.
 ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 3
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7,3
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	715
OXIGENO DISUELTO	mg/L	5,7
DBO ₅	mg/L	300
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	230
DUREZA	mg/L CaCO ₃	104
FOSFATOS	mg/L	48,5
DQO	mg/L	357
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	190
TURBIEDAD	NTU	180

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.
 TIPO DE MUESTRA: Compuesta.
 LUGAR DE MUESTREO: La pradera PUNTO: punto 4
 TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 12:40 Hrs.
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de diciembre de 2016.
 FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 14 de diciembre de 2016. HORA: 08:00 Hrs.
 ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 4
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	8,2
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	312
OXIGENO DISUELTO	mg/L	6,0
DBO ₅	mg/L	10
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	155
DUREZA	mg/L CaCO ₃	131
FOSFATOS	mg/L	6,3
DQO	mg/L	13
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	20
TURBIEDAD	NTU	20

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

Anexo M Registros de los análisis fisicoquímicos

LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.
 TIPO DE MUESTRA: Compuesta.
 LUGAR DE MUESTREO: Palomar PUNTO: punto 5
 TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 14:06 Hrs.
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de diciembre de 2016.
 FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 14 de diciembre de 2016. HORA: 08:00 Hrs.
 ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 5
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	6,9
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	702
OXIGENO DISUELTO	mg/L	6,1
DBO ₅	mg/L	250
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	215
DUREZA	mg/L CaCO ₃	108
FOSFATOS	mg/L	53,2
DQO	mg/L	300
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	270
TURBIEDAD	NTU	177

Diana M. Valdes S.
MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.
 TIPO DE MUESTRA: Compuesta.
 LUGAR DE MUESTREO: La Gloria PUNTO: punto 6
 TOMADA POR: Hemell Quintero – Ingrith Díaz HORA: 15:35 Hrs.
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de diciembre de 2016.
 FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 14 de diciembre de 2016. HORA: 08:00 Hrs.
 ANALISIS SOLICITADOS: pH, conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO₅, Turbidez, alcalinidad, dureza, fosfatos, sólidos suspendidos totales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 6
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	7,1
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	714
OXIGENO DISUELTO	mg/L	6,0
DBO ₅	mg/L	180
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	215
DUREZA	mg/L CaCO ₃	102
FOSFATOS	mg/L	53,8
DQO	mg/L	253
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	240
TURBIEDAD	NTU	209

Diana M. Valdes S.
MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

Anexo N Registros de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados por ESPO

6B. ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	RESULTADO	MÉTODO/ NORMA
Recuento Estándar(UFC/100 ml)	4200	Filtración por Membrana/ SM 9222 H
Coliformes Totales(UFC/100 ml)	1800	Filtración por Membrana/ SM 9222 H

6B. ANALISIS FISICOQUIMICO		
Codificación de la Muestra: 15-516-068		Tipo de muestra: Compuesta
Identificación de la muestra: VILLA MAR -11:00am		
Matriz de la muestra: Agua Residual		
Muestreo realizado por: El Cliente		
Lugar y punto de muestreo: Ocaña Villa Mar		
Fecha del muestreo: Noviembre 18 de 2015		
PARAMETRO	RESULTADO	MÉTODO/NORMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /L)	210	Respirométrico / SM 5210 D
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L)	330	Titrimétrico / Reflujo Cerrado SM 5520 C
Sólidos Totales (mg/L)	145	Gravimétrico / SM 2540 B
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	35	Gravimétrico / SM 5220 D
Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	2.9	Sonda Luminiscente-Infrarrojo

18. ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	RESULTADO	MÉTODO/ NORMA
Recuento Estándar(UFC/100 ml)	5990	Filtración por Membrana/ SM 9222 H
Coliformes Totales(UFC/100 ml)	5000	Filtración por Membrana/ SM 9222 H
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	450	Filtración por Membrana/ SM 9222 H

18. ANALISIS FISICOQUÍMICO		
Codificación de la Muestra: 14-575-16		Tipo de muestra: Compuesta
Identificación de la muestra: Muestra N°2 Villamar		
Matriz de la muestra: Agua Residual		
Muestreo realizado por: El Cliente		
Lugar y punto de muestreo: Ocaña / Villamar – Las Feras – 11 a.m.		
Fecha del muestreo: Diciembre 04 de 2014		
PARAMETRO	RESULTADO	MÉTODO/NORMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /L)	210	Respirométrico / SM 5210 D
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L)	438	Titrimétrico / Reflujo Cerrado SM 5520 C
Sólidos Totales (mg/L)	400	Gravimétrico / SM 2540 B
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	81	Gravimétrico / SM 5220 D

3B. ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	RESULTADO	MÉTODO/ NORMA
Recuento Estándar(UFC/100 ml)	230	Filtración por Membrana/ SM 9222H
Coliformes Totales(UFC/100 ml)	150	Filtración por Membrana/ SM 9222H
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	60	Filtración por Membrana/ SM 9222H

Anexo Ñ

Registros de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados por ESPO

3B. ANALISIS FISICOQUÍMICO		
Codificación de la Muestra: 15-518-03B		Tipo de muestra: Compuesta
Identificación de la muestra: RIO TEJO – LA PRADERA – 11:00am		
Matriz de la muestra: Agua Cruda		
Muestreo realizado por: El Cliente		
Lugar y punto de muestreo: Ocaña / Rio Tejo – La Pradera		
Fecha del muestreo: Noviembre 18 de 2015		
PARAMETRO	RESULTADO	MÉTODO/NORMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /L)	120	Respirométrico / SM 5210 D
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L)	250	Titrimétrico / Reflujo Cerrado SM 5520 C
Sólidos Totales (mg/L)	135	Gravimétrico / SM 2540 B
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	36	Gravimétrico / SM 5220 D
Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	8,05	Sonda Luminiscente-Infrarrojo

2. ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	RESULTADO	MÉTODO/ NORMA
Recuento Estándar(UFC/100 ml)	1628	Filtración por Membrana/ SM 9222H
Coliformes Totales(UFC/100 ml)	300	Filtración por Membrana/ SM 9222H
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	0	Filtración por Membrana/ SM 9222H

Codificación de la Muestra: 14-575-02	Tipo de muestra: Compuesta
Identificación de la muestra: Muestra N°2 La Pradera	
Matriz de la muestra: Agua Cruda	
Muestreo realizado por: El Cliente	
Lugar y punto de muestreo: Ocaña / Pradera – Villanueva – 11 a.m.	
Fecha del muestreo: Diciembre 03 de 2014	

PARAMETRO	RESULTADO	MÉTODO/NORMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /L)	190	Respirométrico / SM 5210 D
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L)	370	Titrimétrico / Reflujo Cerrado SM 5520 C
Sólidos Totales (mg/L)	396	Gravimétrico / SM 2540 B
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	51	Gravimétrico / SM 5220 D

Anexo O

Modelo de encuesta:

Nombre completo:

Dirección:

Fecha:

Nombre cuerpo hídrico:

Información general

Tipo de establecimiento:

Residencial

Industrial

Comercial

Institucional

Cuenta con sistema de alcantarillado?

SI

NO

Si no cuenta con sistema de alcantarillado que vertimientos realizada diariamente?

Domestico

Grasas

Aceites

Detergentes

Químicos

Ácidos

Otros

Deposita adecuadamente los residuos?

SI como:

NO por qué:

Realiza algún tratamiento o manejo de residuos?

SI como:

NO por qué:

Conoce medidas o acciones para evitar la contaminación del agua?

SI cuales:

NO por qué:

Se ha enfermado usted con frecuencia por causa del mal estado del cuerpo hídrico?

SI

NO

Ha notado presencia de vectores cercanas al cuerpo hídrico?

SI cuales:

NO

Se vincularía y se comprometería en participar en campañas en pro para la recuperación del cuerpo hídrico?

SI

NO

¡Muchas Gracias!

H