INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Cuenca del río Guadalquivir

La Cuenca del Río Guadalquivir se encuentra en el departamento de Tarija, inicia en la provincia Méndez con el aporte de los ríos Chamata y Trancas, y concluye con su aporte al Río Tarija en la provincia Avilés. La cuenca abarca una superficie de 1.536 km^2, atravesando los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

El río Guadalquivir en la parte alta, en su paso por el municipio de San Lorenzo, recibe el aporte de los ríos Calama y Erquis por el margen izquierdo y de los ríos Carachimayu y Sella por el margen derecho. Aguas abajo en el límite entre San Lorenzo y Tarija, recibe las aguas del río Victoria.

En el municipio de Tarija las quebradas Sosa y Sagredo, y el río Tolomosa, que proviene del embalse de San Jacinto, son los principales aportantes del río Guadalquivir por el margen izquierdo, y las quebradas El Monte, San Pedro, Torrecillas y Cabeza de Toro por el margen derecho. Las quebradas antes señaladas son receptoras de aguas residuales que provienen de la actividad antrópica que se desarrolla en la zona.

El río Guadalquivir inicia su trayecto dentro del municipio de Uriondo, en la comunidad de Ancón Grande y desemboca sus aguas en el Río Tarija, en la comunidad de El Angosto.

El río Camacho es también afluente de la Cuenca del Río Guadalquivir, nace en la comunidad de Rejará en el Municipio de Padcaya y aporta sus aguas al Río Guadalquivir en la comunidad de Valle de Concepción en el municipio de Uriondo.

Las aguas de la Cuenca del Río Guadalquivir son empleadas para riego, principalmente en las zonas alta y baja de la cuenca pues estas zonas son esencialmente agropecuarias. En la parte alta, en el municipio de San Lorenzo las comunidades de Trancas, Tomatas Grande y Canasmoro realizan una agricultura de subsistencia, a diferencia de la parte

baja, donde la actividad principal es el cultivo de viñedos. Para ello emplean además de las aguas del río Guadalquivir los cursos de los ríos Santa Ana y Camacho.

Asimismo, en el río Guadalquivir y sus principales tributarios de la parte alta de la cuenca (ríos Erquis y Victoria), se practican actividades turísticas, de esparcimiento y recreación acuática.

La principal fuente de contaminación del río Guadalquivir está relacionada con las aguas residuales generadas por la actividad doméstica de las poblaciones asentadas en inmediaciones de los cuerpos de agua que conforman la cuenca, así como aguas negras y grises que provienen de viviendas urbanas, de la ciudad de Tarija colectadas a través de la red de alcantarillado (una parte de estas es tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis).

Otro conjunto de efluentes lo conforman aguas de composición similar a las domésticas que provienen de lavaderos de autos asentados en lugares próximos a los ríos. Finalmente se han identificado efluentes que provienen de la actividad industrial cuya composición es más compleja y depende del tipo de operaciones y los procesos que llevan a cabo.

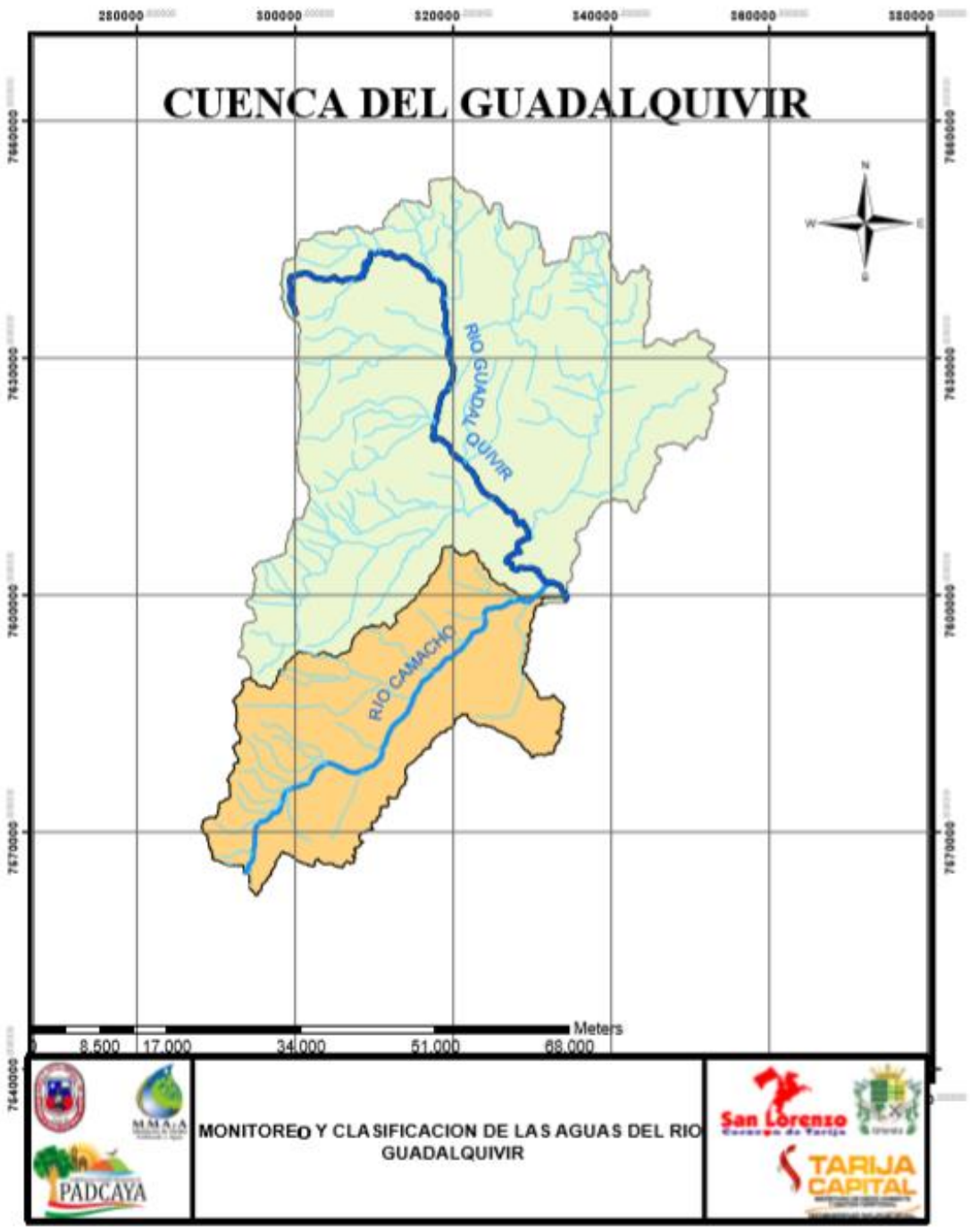
Municipio de Uriondo

Uriondo, es un municipio de la provincia Avilés del departamento de Tarija, limita al norte y al este con la provincia Cercado, al sur con la provincia Arce, y al oeste con el municipio de Yunchará. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

En la región se distinguen dos zonas: la montañosa, con serranías importantes como Sama, Laderas y Barrancas; y la de valles, con ondulaciones surcadas por los ríos Camacho y Guadalquivir, unión de la cual nace el río Tarija. Otros ríos son el Alisos, el Astillero, el Papachajra y el Sauce.

El clima es semiárido fresco, con una temperatura media anual de 17.5°C. Debido a la existencia de diversas altitudes, se presentan variados microclimas, con vientos de mayor intensidad entre los meses de julio y octubre.

Mapa 1. Cuenca del Río Guadalquivir



Fuente: Proyecto "Monitoreo y clasificación de las aguas del Río Guadalquivir", 2018.

La accesibilidad a Uriondo es mediante una carretera asfaltada hasta el poblado de Concepción, distante a 25 km. de la ciudad de Tarija. Los caminos a las demás comunidades son deficientes.

En materia de recursos naturales, la región tiene bosques húmedos y bosques secos en sus tres zonas ecológicas: zona aluvial, zona lacustre y pie de monte.

La principal actividad económica de los pobladores del municipio es la agropecuaria, con cultivos de maíz, vid, durazno, tomate, papa, cebolla, arveja y la cría de ganado vacuno. La producción está destinada al consumo familiar, a la venta, la reposición de semilla y al intercambio.

Los habitantes asentados en las orillas de los principales ríos se dedican a la actividad frutícola, que les genera buenos ingresos, situación que contrasta con los bajos ingresos de los habitantes que viven de la ganadería en las zonas secas del municipio.

Asimismo, los campesinos buscan otras fuentes de ingreso emigrando temporalmente durante la época de estiaje, entre mayo a noviembre, hacia otros centros poblados como Tarija, Bermejo, Santa Cruz y a las zafras del norte argentino.

En el municipio de Uriondo, las comunidades de Valle de Concepción, Chocloca y San Antonio de Chocloca ejercen influencia en la Cuenca del Río Guadalquivir, porque cuentan con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con una disposición final directa en el río Camacho, mientras que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Calamuchita, dispone sus aguas directamente en el río Guadalquivir.

Los sistemas de tratamiento generan efluentes con características organolépticas similares a las aguas residuales domésticas crudas, presentan el olor característico, materia orgánica en descomposición y lodos que se vierten junto con los efluentes. Esta situación se debe a que los sistemas de tratamiento están colapsados, ya sea porque han rebasado su capacidad o porque no han recibido un mantenimiento adecuado para su operación.

Municipio de Padcaya

El Municipio de Padcaya pertenece a la provincia Arce, limita al norte con la provincia Cercado, al este con la provincia Avilés, al oeste con las provincias O'Connor y Gran Chaco, y al sur con el municipio de Bermejo y con la República Argentina. Padcaya se vincula con las ciudades de Tarija y Bermejo mediante carreteras asfaltadas. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

La topografía es muy irregular, con sectores montañosos rodeados de paisajes de valles situados entre los 1.660 y 2.200 msnm., donde se destacan los valles comprendidos entre Padcaya, Rosillas y Orozas. La topografía, por sus diferencias de altitud, determina que la región presente una diversidad de microclimas: subandino, cabecera de valle, valle y subtrópico. Los ríos que atraviesan el Municipio son los principales afluentes del río Bermejo: Salado, Emborozú, Orosas y Condado. En el municipio se encuentra también la Cuenca del Río Grande de Tarija, con pequeños afluentes como los ríos San Telmo, Lajitas y Riachuelo de la Quebrada del Toro.

La principal actividad de la población es la agricultura, que se realiza mayormente con arados tradicionales, y en casos aislados con maquinaria agrícola, para cultivos de maíz, papa, trigo, maní, durazno, vid, caña de azúcar y cítricos. La producción agrícola es de carácter familiar. La pesca tanto de especies grandes (el sábalo) como de especies pequeñas (misquincho) es otra de las actividades importantes que se realizan en el municipio.

En el Municipio de Padcaya, las comunidades de Cañas y Chaguaya ejercen influencia en la cuenca del río Guadalquivir, ambas cuentan con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con una disposición final en el Río Camacho, afluente del Río Guadalquivir.

Los sistemas de tratamiento generan efluentes con características organolépticas similares a las aguas residuales domésticas crudas, presentan el olor característico, materia orgánica en descomposición y lodos que se vierten junto con los efluentes. Esta situación se debe a que los sistemas de tratamiento están colapsados, ya sea porque han

rebasado su capacidad o porque no han recibido un mantenimiento adecuado para su operación.

Contraloría General del Estado

En 2016, la Contraloría General del Estado (CGE) presentó la "Auditoría sobre la Contaminación Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir" y la "Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir", los cuales fueron realizados con el propósito de evaluar los resultados de la gestión ambiental realizada por las entidades encargadas de la mitigación de los impactos negativos generados en la cuenca del río Guadalquivir.

Como parte de dicha evaluación determinaron, por un lado, el estado ambiental de la cuenca en los años 2008 y 2015 y por otro, si la variación del estado ambiental de los ríos de la cuenca en estos años, según su calidad y grado de contaminación, reflejaba una restauración efectiva.

Las entidades consideradas en la auditoría fueron aquellas, que, de acuerdo a la normativa, son responsables de la gestión ambiental de la cuenca del río Guadalquivir y de manera específica son responsables de mejorar el estado ambiental de esta cuenca tarijeña.

Estas entidades son: el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, los Gobiernos Autónomos Municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN-PB) y la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado Tarija (COSAALT).

En observancia a lo señalado, la Contraloría General del Estado realizó la presentación del resumen de los resultados de la auditoría y confirmación de causas en fechas 10 y 11 de agosto de 2016 a las entidades sujetos de examen. Luego de la exposición procedieron a realizar reuniones y a coordinar por medio de las mismas las sugerencias y/o comentarios que surgieron respecto del texto de las recomendaciones y la complementación de las causas en algún caso.

El nuevo texto de las recomendaciones modificadas, fue remitido a las entidades para su conocimiento. A partir de lo señalado, a continuación, se presenta una de las causas identificadas que da origen a este trabajo de investigación, además de las recomendaciones que fueron emitidas para los Municipios con los que se plantea trabajar. (Contraloría General del Estado, 2016)

Causa 1 - el río Guadalquivir no está clasificado.

El artículo 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica aprobado mediante Decreto Supremo 24176 del 8 de diciembre de 1995, señala que la clasificación de los cuerpos de agua, según las clases señaladas en el cuadro 1 del anexo A de ese reglamento, basada en su aptitud de uso y de acuerdo a las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, será determinada por el actual Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). Para ello las instancias ambientales dependientes del ahora Gobernador deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación.

El mismo artículo señala que la clasificación de cuerpos de agua, en relación a su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

Clase A: aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo.

Clase B: aguas de utilidad general, que para consumo humano requiere tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

Clase C: aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.

Clase D: Aguas de calidad mínima, que para consumo humano en casos extremo requiere tratamiento de presedimentación, fisicoquímico y desinfección bacteriológica. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 1995)

Por su parte, el artículo 10 del RMCH señala que una de las atribuciones de GAD Tarija es proponer al MMAyA a nivel departamental la clasificación de los cuerpos de agua, en función de su aptitud de uso. De la misma forma, el artículo 11 de dicho reglamento

establece que los GAM de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, dentro el ámbito de su jurisdicción, deben proponer al ahora Gobernador la clasificación de los cuerpos de agua, en función de su aptitud de uso. (Contraloría General del Estado, 2016)

Cuando un cuerpo de agua está clasificado, éste se asocia a una serie de valores límites a no ser superados para los principales parámetros de calidad del agua, a partir de ello se pueden establecer sus condiciones de uso, establecer las condiciones mínimas de calidad y condicionar la calidad de los efluentes que son descargados a su curso y prevenir su contaminación.

En ese entendido, la Contraloría solicitó información a las entidades involucradas (MMAyA, GAD de Tarija y los GAM de Tarija, San Lorenzo, Uriondo y Padcaya) sobre las gestiones realizadas para clasificar las aguas del río Guadalquivir y sus afluentes. La información proporcionada que se expone a continuación es de los municipios con prioridad para este Proyecto de Grado, los GAM de Uriondo y Padcaya:

Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.

Esta entidad no dio respuesta a la Contraloría sobre las gestiones que la municipalidad de Uriondo podría estar realizando para clasificar los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir dentro su jurisdicción, por lo que se entiende que no han trabajado en el tema. (Contraloría General del Estado, 2016)

Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya.

La Municipalidad de Padcaya informó que no están realizando ninguna acción para clasificar los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir dentro su jurisdicción. (Contraloría General del Estado, 2016)

De la información recabada, se pudo advertir que el río Guadalquivir no se encuentra clasificado, es por ello que, en la Auditoría sobre la Contaminación Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir elaborado por la Contraloría General del Estado, tuvieron que recurrir a indicadores de uso internacional que permitan evaluar la calidad del agua del río Guadalquivir y ver la relación que guarda ésta con su aptitud de uso. Los resultados que se tienen de este informe han permitido determinar que la calidad de las

aguas del río Guadalquivir ya no responden a su aptitud de uso, es decir el río ya no tiene la calidad necesaria para ser empleado para riego y recreación en la mayor parte de su curso dentro la zona de estudio.

La inexistencia de una clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir en el marco de las disposiciones ambientales vigentes existentes en el país, Ley 1333, impide establecer el nivel de calidad existente y/o el nivel a ser alcanzado y/o mantenido por los cuerpos de agua para que sean aptos en actividades agrícolas y de recreación, lo que además limita las acciones para el control y vigilancia, pues no existe un referente válido a partir del cual deban controlar las fuentes de contaminación hídrica, repercutiendo en la respectiva mitigación ambiental.

Para solucionar esta causa, la Contraloría General del Estado presentó las siguientes recomendaciones a los Municipios de Uriondo y Padcaya.

Al Gobierno Autónomo Municipal Uriondo.

Recomendación 1.3 Preparar, en el menor plazo posible, una propuesta de clasificación de los cuerpos de agua que conforman la cuenca del río Guadalquivir, dentro su jurisdicción, conforme lo señala el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y presentarla al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija. (Contraloría General del Estado, 2016)

Al Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya.

Recomendación 1.4 Preparar, en el menor plazo posible, una propuesta de clasificación de los cuerpos de agua que conforman la cuenca del río Guadalquivir, dentro su jurisdicción, conforme lo señala el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y presentarla al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija. (Contraloría General del Estado, 2016)

Objetivo general

Clasificar las aguas superficiales según la normativa ambiental boliviana vigente para establecer las aptitudes de uso, de los ríos Camacho y Guadalquivir, dentro de los Municipios de Uriondo y Padcaya.

Objetivos específicos

- Recopilar información generada por estudios y auditorías realizados a las aguas superficiales de los Río Camacho y Guadalquivir, que atraviesan los Municipios de Uriondo y Padcaya.
- Definir una línea base sobre la calidad de las aguas superficiales de los ríos Camacho y Guadalquivir, para establecer un marco ambiental referencial.
- Evaluar la calidad del agua, en aguas superficiales de los Ríos Camacho y Guadalquivir dentro de los Municipios de Uriondo y Padcaya, y efectuar su valoración fisicoquímica, microbiológica y de condiciones biológicas.
- Identificar los puntos críticos de control y calidad de agua, según sus aptitudes de uso, de los Ríos Camacho y Guadalquivir, dentro de los Municipios de Uriondo y Padcaya.
- Iniciar la consolidación de una base de datos con los registros estadísticos resultantes del relevamiento de la información obtenida de los puntos de muestreo, para un futuro seguimiento y monitoreo.
- Contribuir con información sistematizada de este Proyecto de Grado al "Proyecto de Monitoreo y Clasificación de aguas superficiales en la Cuenca del Valle Central de Tarija".

Justificación

- La Contraloría General del Estado evaluó en los años 2008 y 2015, el estado ambiental de los cuerpos de agua de la Cuenca del Valle Central de Tarija, clasificando las aguas mediante el Índice de Calidad del Agua ICA – NSF. Señalando sus recomendaciones en la "Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir – Informe de Auditoría Ambiental K2/AP11/S15-E1" presentada en el año 2016 a los Gobiernos Autónomos Municipales de Uriondo y Padcaya, quienes deben preparar en el menor plazo posible una propuesta de clasificación de los cuerpos de aguas que conforman la Cuenca del Río Guadalquivir para el Valle Central de Tarija,

aplicando la clasificación indicada en la Ley del Medio Ambiente N° 1333.

- Es necesario realizar una clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir en el marco de las disposiciones ambientales vigentes existentes en el país, Ley 1333, para establecer el nivel de calidad existente y/o el nivel a ser alcanzado y/o mantenido por los cuerpos de agua y estos sean aptos en actividades agrícolas y de recreación, lo que además permitirá realizar acciones para el control y vigilancia, pues no existe un referente válido a partir del cual deban controlar las fuentes de contaminación hídrica, repercutiendo en la respectiva mitigación ambiental.
- El Departamento de Tarija no cuenta con una base de datos que refleje la variación de la calidad de las aguas superficiales, con parámetros referentes a la Ley del Medio Ambiente N° 1333, por eso mediante este proyecto se busca establecer los parámetros para diseñar una línea base de la Cuenca del río Guadalquivir.
- Gran parte de las aguas residuales que se generan dentro de los Gobiernos Autónomos Municipales de Uriondo y Padcaya, no reciben tratamientos adecuados antes de ser evacuadas a sus respectivas zonas de descarga, siendo estos los afluentes del río Guadalquivir.
- El agua de estos ríos es utilizada para riego, el cuál al presentar valores de contaminación, pone en riesgo la salud de la población que consume esta producción agrícola, sobre todo de vegetales con cáscara delgada.

CAPÍTULO I

I. MARCO TEÓRICO

1.1.Identificación del problema

Desde el año 2008, la Contraloría General del Estado (CGE) está tomando medidas a través de una línea de acción estratégica para realizar control externo de cuencas de vital importancia y que presentan problemas de contaminación.

Por esa razón, en 2016 presentó la "Auditoría sobre la Contaminación Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir" y la "Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir", que indica las acciones que deben realizar las entidades responsables del estado ambiental de la Cuenca del Río Guadalquivir.

En la "Auditoría sobre la Contaminación Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir", se realizó una auditoría ambiental a los resultados de la gestión ambiental, explicando sobretodo la calidad de los cuerpos de agua en los años 2008 y 2015, según el Índice de Calidad del Agua ICA – NSF. Además, se reflejó la situación en las que se encontraban las descargas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y la explotación de áridos y agregados en la cuenca. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

En cambio, en la "Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir", se tiene una opinión sobre los resultados de la gestión, plasmados en 14 causas con sus respectivas recomendaciones a las entidades responsables, respecto de la mitigación de los impactos negativos generados en los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, en el departamento de Tarija. (Contraloría General del Estado, 2016)

1.1.1. Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir

En la auditoría ambiental se ha determinado la calidad de las aguas del río Guadalquivir y de sus principales afluentes para los años 2008 y 2015, con el fin de evaluar si la variación responde a su aptitud de uso. Al respecto, de acuerdo a la Ley de Medio

Ambiente 1333 y sus respectivos reglamentos, la calidad de las aguas determina el uso que se les puede dar.

1.1.1.1.Año 2008

Para evaluar la calidad de las aguas que presentaba el río Guadalquivir el año 2008, se tomó como referencia el estudio "Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del río Bermejo" que formó parte del Programa Estratégico de acción para la cuenca del río Bermejo, y fue elaborado el año 2008. Este documento cuenta con resultados de las mediciones de parámetros fisicoquímicos (oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda biológica de oxígeno, nitratos, fosfatos, turbiedad y sólidos disueltos totales), de 5 puntos de muestreo ubicados en el río Guadalquivir. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.1.1. Índice de Calidad del Agua ICA - NSF

El Índice de Calidad del Agua se emplea para interpretar y reducir la información de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos a una expresión sencilla que mediante una fórmula matemática representa a todos los parámetros valorados y permite determinar la calidad del cuerpo de agua. “National Sanitation Foundation” (NSF) desarrolló una modificación del ICA siendo el más utilizado. (Contraloría General del Estado)

Este índice es generalmente es expresado en una escala de valores de 0 a 100, asignando a cierto rango de valores un color que representa la calidad del agua. **(*Tabla I.1)***

Para el 2008, gran parte de las aguas del río Guadalquivir eran empleadas para riego de cultivos y se practicaban actividades turísticas, de esparcimiento y recreación acuática, las que actualmente continúan desarrollándose. Según el reporte de la “Auditoría Ambiental de la Cuenca del Río Guadalquivir”, se relaciona que, la clasificación B del RMCH de la Ley de Medio Ambiente equivale a un valor mínimo del ICA de 51.

Tabla I.1. Escala de clasificación del ICA

Escala de color	Rango	Calidad del agua
AZUL	91 – 100	Excelente
VERDE	71 – 90	Buena
AMARILLO	51 – 70	Media
NARANJA	26 - 50	Mala
ROJO	0 – 25	Muy mala

Fuente: *Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir*, CGE. (2016)

Los resultados obtenidos de la aplicación del ICA para el año 2008 en los 5 puntos de muestreo del Guadalquivir dan cuenta que a la altura de la Normal de Canasmoro en San Lorenzo, sus aguas contaban con **buena** calidad, tras su recorrido por el municipio de Tarija la calidad del río bajó al rango de **media** y continuó así hasta el final de la cuenca en El Angosto en Uriondo. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

Ver Mapa 1 en Anexo A

1.1.1.1.2. Índice de Contaminación Orgánica ICO

Se utilizan los Índice de Contaminación Orgánica para obtener valores cuantificables del grado de contaminación, son característicos por ser más específicos, no estar corelacionados y ser complementarios. Son diseñados y enfocados para la determinación específica de cierta fuente de contaminación, en este caso el ICO Modificado de Prati, es utilizado para la determinación del grado de contaminación orgánica en cuerpos de agua. En este se evalúan 4 parámetros (oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y nitratos), que permiten determinar el Índice de Contaminación Orgánica ICO, obteniendo seis grados

de contaminación, desarrollados en la ***Tabla I.2***. (Contraloría General del Estado)

Tabla I.2. Escala de clasificación de Índice de Contaminación Orgánica ICO

ICO	Grado de Contaminación	Color
0 a 1	No contaminada	AZUL
1 a 2	Poco contaminada	VERDE
2 a 4	Moderadamente contaminada	AMARILLO
4 a 8	Contaminada	NARANJA
8 a 16	Muy contaminada	ROJO
> a 16	Altamente contaminada	NEGRO

Fuente: *Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir*, CGE. (2016)

Con datos del "Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del río Bermejo", se clasificó la Cuenca del Río Guadalquivir según el ICO, obteniendo como resultados que las aguas se encontraban en un inicio con **poca contaminación** en verde, en la ciudad de San Lorenzo cambiaron a **aguas moderadamente contaminadas** en amarillo, en el Municipio de Tarija estas cambiaron a **contaminadas** en naranja, por actos de autodepuración al final del río, la clasificación cambió a **moderadamente contaminadas** en el municipio de Uriondo. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

Ver Mapa 2 en Anexo A.

1.1.1.1.3. Evaluación de las condiciones biológicas

La evaluación de condiciones biológicas se realiza mediante macroinvertebrados bentónicos, bajo la modificación realizada para Bolivia, (BMWP/bol). Los organismos bioindicadores son especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia a ciertos parámetros. Si existe la presencia de cierto macroinvertebrado bentónico se demuestra

la existencia de condiciones en el medio, en cambio, si no se encuentran ellos en el medio, se debe a una alteración en el mismo. Los rangos dados para las condiciones biológicas se dan en la ***(Tabla I.3***). (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

Tabla I.3. Rango de calidad biológica del agua

Clase	Condición biológica	BMWP/Bol	Calidad del cuerpo de agua	Color
I	Buena	>100	Aguas muy limpias. No contaminadas.	AZUL
II	Aceptable	61 – 100	Se evidencia algún efecto de contaminación.	VERDE
III	Dudosa	36 – 60	Aguas contaminadas.	AMARILLO
IV	Crítica	16 – 35	Aguas muy contaminadas.	NARANJA
V	Muy crítica	<16	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

Fuente: *Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir*, CGE. (2016)

Para la evaluación del año 2008 se emplearon los resultados de las mediciones registradas en el artículo científico - técnico seleccionado como línea base, titulado "Bioindicación de la calidad de los cursos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante macroinvertebrados acuáticos" publicado en la revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, indicando que para ese año, las condiciones biológicas en la Cuenca del Río Guadalquivir se encontraba en un inicio con condiciones **buenas** en azul, pasando a **aceptable** en verde y terminando en **dudosa**. (Cammaerts, Cammaerts, Riboux, Vargas, & Laviolette, 2008)

Ver Mapa 3 en Anexo A

1.1.1.1.4. Fuentes de contaminación

En la auditoría se han identificado las fuentes de contaminación más importantes del río Guadalquivir y sus afluentes. A partir de ello se evaluó la situación ambiental de la cuenca respecto de cada una de estas fuentes de contaminación.

1.1.1.1.4.1. Situación de las descargas de sistemas de tratamiento de aguas residuales

Municipio de Uriondo. Mediante la auditoría se han identificado cuatro Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el municipio de Uriondo, estas se encuentran en el Valle de la Concepción, Calamuchita, San Antonio de Chocloca y Chocloca. No existe una empresa operadora del servicio de alcantarillado en el municipio, por lo que no se pudo obtener información sobre la calidad de las descargas. Sin embargo, según la Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental de la Cuenca del Río Guadalquivir realizado por la CGE, las descargas de la PTAR del Valle de la Concepción no cumplían con los límites permisibles señalados en la legislación boliviana. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

Municipio de Padcaya. En este municipio existen dos comunidades que se encuentran dentro el área de influencia de la cuenca de estudio, estas son Cañas y Chaguaya, ambas cuentan con cámaras sépticas pero que por falta de mantenimiento colapsaron, por lo que las aguas residuales generadas al año 2008 eran descargadas de manera directa al río Camacho afluente del Guadalquivir. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.1.4.2. Situación de explotación de áridos y agregados

En los diferentes ríos que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir se practica la extracción de áridos y agregados de manera intensiva, esta actividad puede generar impactos ambientales a través de la modificación del régimen hídrico y la modificación o alteración de los cauces naturales de agua generando zonas de erosión y sedimentación en el cauce del río.

Según la Auditoría Ambiental de la Cuenca del Río Guadalquivir, se conoce que no existían registros de las empresas que se dedicaban a la extracción de áridos, ni se

otorgaron autorizaciones para el desarrollo de estas actividades y no se identificaron las zonas aptas para la práctica de esta actividad, lo que permite advertir que al año 2008 la extracción de áridos y agregados no estaba regulada. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.1.4.3.Situación de la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario

Municipio de Uriondo. Sólo está cuantificado el porcentaje de cobertura de las comunidades que descargaban efluentes a la cuenca del Guadalquivir, es así que para el año 2008 el Valle de Concepción tenía una cobertura de servicio de alcantarillado del 98,4%, en Chocloca un 38,8%, en San Antonio 18,5% y en Calamuchita 74,5%. **Municipio de Padcaya.** La comunidad de Cañas tenía una cobertura del servicio de alcantarillado del 82% y Chaguaya del 26%. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.1.4.4.Situación de aguas residuales que pasaban por un tratamiento

En los municipios de Uriondo y Padcaya no se pudo cuantificar el volumen tratado de aguas residuales para el año 2008 debido a la falta de información sobre el tema en esas municipalidades.

1.1.1.2.Año 2015

En el 2015, se realizaron la evaluación de los mismos índices (ICA NSF, ICO Modificado de Prati y Evaluación de Condiciones Biolológicas BMWP/bol) para obtener una comparación y la variación de la calidad del agua entre los años 2008 y 2015.

1.1.1.2.1. Índice de Calidad del Agua ICA – NSF

En 2015 tomaron en cuenta 23 puntos de muestreo en la Cuenca del Río Guadalquivir, los resultados de la evaluación ICA indican que en el inicio se mantiene tiene aguas en calidad **media** en, en San Lorenzo cambia a **mala** En el mapa de calidad del agua para el año 2015, *ver Mapa 4 del Anexo A*, se puede observar que de acuerdo al ICA el río Guadalquivir al inicio de la cuenca presenta aguas de calidad media, esta condición se mantiene luego de confluir con el río Carachimayo (también de calidad media) y las

descargas de la Normal de Canasmoro. Aguas abajo, luego de recibir el aporte de la descarga de la PTAR de San Lorenzo su calidad desciende a mala, cambia a **buena** en el municipio de Tarija y al recibir las aguas tratadas cambia a **mala,** igual que antes, al final del río, este logra autodepurarse en el municipio de Uriondo y la calidad mejor a **media.** (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

Ver Mapa 4 del Anexo A.

1.1.1.2.2. Índice de Contaminación Orgánica

Para 2015 incrementó la contaminación orgánica en relación con los resultados de 2008, en San Lorenzo el rango sube a **contaminado** en naranja, en Tarija incrementan a **muy contaminado** en rojo, por la autodepuración del río desde la zona de El Temporal las aguas mejoran hasta el rango **contaminado** hasta el final del río. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

Ver Mapa 5 del Anexo A.

1.1.1.2.3. Evaluación de las condiciones biológicas

En 2015, la evaluación de las condiciones biológicas se mantiene a lo largo de la cuenca en condición **crítica.** (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

Ver Mapa 6 del Anexo A.

1.1.1.2.4. Fuentes de contaminación

De forma similar al año 2008, realizaron una evaluación de la situación de las fuentes de contaminación de la cuenca para el año 2015, y así determinar si las gestiones de las entidades competentes del manejo de la cuenca realizaron algún aporte.

1.1.1.2.4.1. Situación de las descargas de sistemas de tratamiento de aguas residuales

Municipio de Uriondo. Solo dos plantas de tratamiento de aguas residuales fueron evaluadas según la calidad de los efluentes que generan, estos fueron las PTAR de Valle de la Concepción y de Calamuchita, estos resultaron demostraron que varios parámetros superaban los límites permisibles para efluentes. (Contraloría General de

Estado Bolivia, 2016)

Municipio de Padcaya. En las comunidades de Cañas y Chaguaya continuaban existiendo solo cámaras sépticas y no PTAR, las cuales están colapsadas y no cumplen su función. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.2.4.2.Situación de explotación de áridos y agregados

Municipio de Uriondo. Este municipio empezó a brindar autorizaciones de seis meses a 7 empresas que se dedican a la extracción de áridos y agregados en las gestiones 2014 – 2015, las cuales cumplían con los propósitos de adquisición dados por la Ley 3762 que prohíbe la explotación de áridos en el río Camacho, además se extrajeron de zonas que necesitan remover los áridos para evitar inundaciones.

Municipio de Padcaya. Para 2015, solo dos empresas fueron autorizadas para la extracción de áridos en Padcaya. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.2.4.3.Situación de la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario

M**unicipio de Uriondo**. Las variaciones de cobertura de servicio de alcantarillado difieren por comunidad, en el Valle de la Concepción la cobertura disminuyó en un 12%, sin embargo, para el caso de las comunidades de Chocloca y San Antonio la cobertura del servicio creció de manera importante, en 22% y 44% respectivamente. En Calamuchita la cobertura del servicio disminuyó aproximadamente en un 2%.

Municipio de Padcaya. En las poblaciones de Cañas y Chaguaya al 2015 existen 200 habitantes más de los existentes el 2008 y el 50% de esta población goza de servicio de alcantarillado para el año 2015.

1.1.1.2.4.4.Situación de aguas residuales que pasaban por un tratamiento

De manera general, para el año 2015 la calidad de las descargas de aguas residuales tratadas en plantas de tratamiento hacia la cuenca del río Guadalquivir no han mejorado respecto del 2008, ya que en ningún caso estos efluentes cumplen con los límites permitidos en la legislación ambiental.

En términos de volumen, se han vertido más de 11 millones de metros cúbicos de aguas

residuales el 2008 y más de 12 millones de metros cúbicos el 2015 (sin considerar las descargas de los municipios de Uriondo y Padcaya), siendo los principales contaminantes los sólidos suspendidos totales, carga orgánica (DBO), fosfatos y colifecales. Cada año se descargó a la cuenca cerca de 1000 toneladas de carga orgánica expresada como DBO y cerca de 3000 toneladas expresadas como DQO. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.3. Acciones realizadas entre los años 2008 y 2015 para la restauración de la Cuenca del río Guadalquivir.

La Auditoría presentada por la CGE, indica que la contaminación ha aumentado de 2008 a 2015, esto reflejado por los resultados del ICA - NSF, ICO y la Evaluación de las Condiciones Biológicas de la Cuenca del Río Guadalquivir. Además, procedieron a evaluar las gestiones de las entidades involucradas con el río Guadalquivir y sus afluentes y como estos trabajaron en favor de la mitigación de los impactos ambientales existentes y su respectiva restauración.

La información obtenida y presentada en la Auditoría de la CGE, presentan que, si fueron realizados diversos estudios, programas y planes orientados a mejorar la condición del Guadalquivir, entre los que se tienen son:

2008 – 2009 "Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del río Bermejo" y "Proyecto Saneamiento del río Guadalquivir", elaborados por la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo.

2012 "Plan Maestro Metropolitano para el Valle Central de Tarija", elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, comprende proyectos de saneamiento para los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, destinados a mejorar y ampliar el servicio de alcantarillado en todos los municipios, incluían la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

“Los estudios fueron entregados en la gestión 2015 tanto a la Gobernación como a los municipios involucrados. Ni la gobernación ni los municipios han implementado este plan, ya sea por desconocimiento de dicho documento, o porque no va con la realidad

del municipio (en el caso de Uriondo) o porque ha sido desplazada por otra alternativa de tecnología más moderna como es el caso del municipio de Tarija". (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

1.1.1.4.Conclusiones de la auditoría

La auditoría ambiental sobre los resultados de la gestión ambiental en el río Guadalquivir, concluyó señalando que los resultados de la gestión ambiental de las entidades evaluadas el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, los Gobiernos Autónomos Municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua, la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo y la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado Tarija, no han logrado mitigar los impactos ambientales negativos generados en la cuenca del río Guadalquivir. Esta situación se ha visto reflejada en un ecosistema dañado conformado por cuerpos de agua contaminados y en la manifestación de consecuencias reales y riesgos potenciales importantes para la biodiversidad de los cuerpos de agua de la cuenca y para la salud de la población implícitamente afectada por las prácticas que realizan en la zona como la agricultura y la recreación. (Contraloría General de Estado Bolivia, 2016)

A partir de estas conclusiones, en "La Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental de la Cuenca del Río Guadalquivir" también presentado por la Contraloría General del Estado, se presentaron cuarenta y siete recomendaciones, con carácter de cumplimiento obligatorio, estos están orientadas a mejorar la gestión ambiental de las entidades involucradas y vinculadas de manera directa con la Cuenca del Río Guadalquivir, a fin de lograr su recuperación y restauración y atenuar los riesgos potenciales presentes para la salud de la población expuesta.

De las 47 recomendaciones, 5 están destinadas al MMAyA, 6 al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, 10 al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, 7 al Gobierno Autónomo Municipal San Lorenzo, 5 al Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 4 al Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 8 a la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado Tarija (COSAALT), 1 a la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y

Agua (EMAGUA) y 1 a la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN-PB).

1.1.2. Problema

De esta investigación, se encuentra que el problema presentado por la Contraloría General del Estado, es que la Cuenca del Río Guadalquivir no se encuentra clasificado según la normativa boliviana existente, Ley 1333 de Medio Ambiente, esto se traduce en que no se conoce el estado actual de la calidad de estas aguas superficiales, por lo tanto, no se pueden tomar medidas correctivas precisas al respecto, para asegurar la calidad del agua según la aptitud de uso que se les da a estas.

Mediante la elaboración de este Proyecto de Grado, se busca responder a las recomendaciones emitidas por la Contraloría General del Estado, a los Municipios de Uriondo y Padcaya, respecto a la clasificación de los ríos Camacho y Guadalquivir, que forman parte de la Cuenca del Río Guadalquivir. Contando además con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a través del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, del Gobierno Departamental de Tarija, de los Gobiernos Municipales de Tarija y San Lorenzo, y de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, a través del equipo de Investigación y Asesoramiento Técnico, conformado por Docentes y Alumnos de la Carrera de Ingeniería Química.

1.2.Localización

La clasificación de aguas superficiales, en relación a su aptitud de uso, para este Proyecto de Grado, está dado en los ríos Camacho y Guadalquivir, que atraviesan los Municipios de Uriondo y Padcaya.

A partir de esto se tienen seleccionados 5 puntos de muestreo sobre el río Camacho, encontrándose 3 puntos en el Municipio de Uriondo y 2 en el Municipio de Padcaya.

En el río Guadalquivir, se tienen 2 puntos de muestreo dentro del Municipio de Uriondo.

1.3.Monitoreo de la calidad hídrica

Se entiende por calidad hídrica al conjunto de características físicas, químicas y biológicas que un cuerpo de agua posee y que le proporcionada al mismo cierta aptitud o restricción de uso. La evaluación de la calidad del agua se determina comparando las características físicas, químicas y biológicas de una muestra de agua mediante distintos parámetros o estándares de calidad. En Bolivia esta evaluación está normada por el RMCH, los parámetros fisicoquímicos y biológicos establecidos en este documento son el insumo principal para la evaluación sistemática de la calidad del agua. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)

El monitoreo de la calidad hídrica de un cuerpo de agua es la evaluación sistemática cualitativa y cuantitativa de la calidad de agua con el propósito de definir su aptitud de uso o grado de restricción e identificar acciones para su protección o recuperación.

El monitoreo de calidad hídrica tiene dos componentes, un sistema de monitoreo y un plan de monitoreo.

1.4.Procedimiento

A partir de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente, se tiene el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, el cual manifiesta en el Art. 4° que, la clasificación de los cuerpos de agua, […]. Esta documentación contendrá como mínimo: Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos los parámetros básicos, fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor, investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas, condiciones biológicas, estudio de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a cantidad y calidad de las descargas". (Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica)

Para obtener la información necesaria y poder realizar la clasificación de las aguas superficiales del Río Camacho y Guadalquivir, es necesario realizar monitoreo de la calidad hídrica, para esto se tienen guías elaboradas por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, estas son el "Monitoreo a la Calidad Hídrica de Cuerpos

Superficiales" y la "Guía para la Implementación de Sistemas de Monitoreo y Vigilancia de la Calidad Hídrica".

A continuación, se desglosa el plan de monitoreo de calidad hídrica.

1.4.1. Primera etapa – Planificación

1.4.1.1.Selección de puntos de monitoreo

La selección de los puntos de monitoreo se da mediante la metodología indicada en la guía "Monitoreo a la Calidad Hídrica de Cuerpos Superficiales" del MMAyA.

Estos puntos de monitoreo deben contar con accesibilidad al cuerpo de agua, con facilidad de muestreo, lugares de rápida identificación, con carácter representativo de las actividades del lugar y poseer aguas que estén mezcladas y con movimiento homogéneo.

En el lugar exacto de muestreo se debe realizar una microlocalización con GPS y una georreferenciación fotográfica.

1.4.1.2.Selección de parámetros para la calidad hídrica

Se deben seleccionar los parámetros de acuerdo a los parámetros básicos y complementarios, determinados en el artículo Art. 6 del RMCH de la Ley 1333.

Como parámetros básicos se tiene: DBO5; DQO; Colifecales NMP; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; Dieldrín; DDT; Endrín; Malatión; Paratión.

Además, se pueden incluir los siguientes parámetros del Anexo A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica: Conductividad Eléctrica; pH; Temperatura; Sólidos Sedimentables; Turbidez, Calcio, Cromo Trivalente, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrógeno, Sulfatos, Endos, HeptaCloro, Epóxido de HeptaCloro, Lindano y Metoxicloro. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 1995)

1.4.1.2.1. Definiciones de los parámetros para calidad de agua

- **Temperatura:** es una medida del grado de calor o frío del agua, los valores obtenidos generalmente sirven como datos auxiliares para realizar otras determinaciones como

es el caso del oxígeno disuelto, alcalinidad, salinidad, conductividad y actividad biológica. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)

- **Conductividad:** permite conocer el grado de mineralización o de sales disueltas contenidas en el agua y por tanto sus posibles usos o acondicionamiento requerido para consumo humano, su uso en riego agrícola, en actividades industriales, recreación y otros. Niveles < 40 μS/cm corresponderá a aguas de deshielo y > 1 500 corresponderá a aguas salinas cuyo uso en riego agrícola debe ser limitado. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)
- **Turbiedad:** indica el grado de turbiedad o transparencia y depende del contenido de sólidos suspendidos, sustancias coloidales y disueltas en el agua. Los materiales suspendidos incluyen partículas del suelo, principalmente arcilla y algo de limo, algas, fitoplancton, microbios y otros. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)
- **Oxígeno Disuelto:** indica la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua, es un indicador del grado de contaminación que presenta o de lo bien que puede dar soporte a la vida vegetal y animal. Generalmente, niveles altos (>50% de saturación) indicarán agua de buena calidad y niveles bajos (<50%) indicará que algunos peces y otros organismos no podrían sobrevivir. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)
- **pH:** indica el grado de acidez o alcalinidad de una muestra de agua. pH menores a 7 indicarán acidez, pH mayores a 7 indicarán alcalinidad y pH igual a 7 indicará que la muestra de agua tiene pH neutro. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)
- **Cloruros:** Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contengan y que están en contacto con el agua. Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales a aguas superficiales. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **Fosfato Total:** En todas las formas de vida, los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transferencia de energía, como el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleícos, que entre otras cosas forman el material hereditario (los cromosomas), son fosfatos,

así como cierto número de coenzimas. Los esqueletos de los animales están formados por fosfato de calcio. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)

- **Nitrógeno Total:** El nitrato y el nitrito son iones de origen natural que forman parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato se utiliza principalmente en fertilizantes inorgánicos. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoniaco y fuentes similares. Las condiciones anaerobias pueden favorecer la formación y persistencia del nitrito. La cloraminación podría ocasionar la formación de nitrito en el sistema de distribución si no se controla debidamente la formación de cloramina. La formación de nitrito es consecuencia de la actividad microbiana y puede ser intermitente. La nitrificación en los sistemas de distribución puede aumentar la concentración de nitrito, que suele ser de 0,2 a 1,5 mg/l. (OMS, 2006)
- **Sulfatos:** Los sulfatos son compuestos que se encuentran presentes en el agua de forma natural, debido al lavado y la disolución parcial de materiales del terreno por el que discurre (formaciones rocosas compuestas de yeso principalmente y suelos sulfatados). Se han encontrado altas concentraciones tanto en las aguas subterráneas como sometidas a contaminación antropogénicos. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **DBO5:** Indica la cantidad en miligramos de oxígeno disuelto que utilizan las bacterias para descomponer la materia orgánica presente en un litro de agua. Es una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **DQO:** Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO2 y H2O. Se expresa también en mgO2/l Cuanto mayor es la DQO, más contaminada está el agua. (Kasetsu, 2017)
- **Arsénico:** El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es

la disolución de minerales y menas de origen natural. Excepto en las personas expuestas al arsénico por motivos laborales, la vía de exposición más importante es la vía oral, por el consumo de alimentos y bebidas. En ciertas regiones, las fuentes de agua de consumo, particularmente las aguas subterráneas, pueden contener concentraciones altas de arsénico. En algunas zonas, el arsénico del agua de consumo afecta significativamente a la salud, y el arsénico se considera una sustancia a la que debe darse una prioridad alta en el análisis sistemático de fuentes de agua de consumo. Con frecuencia, su concentración está estrechamente relacionada con la profundidad del pozo. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)

- **Cadmio:** El cadmio es un metal que se utiliza en la industria del acero y en los plásticos. Los compuestos de cadmio son un componente muy utilizado en pilas eléctricas. El cadmio se libera al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa. (OMS, 2006)
- **Calcio:** El ión calcio forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como carbonato de calcio (CO3Ca). Es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **Cianuro:** El cianuro es un grupo químico que consiste de un átomo de carbono conectado a un átomo de nitrógeno por tres enlaces (C=N). Los cianuros son compuestos (sustancias formadas por la unión de dos o más átomos) que contienen el grupo cianuro pueden (típicamente expresado como CN). Los cianuros ocurrir en forma natural o ser manufacturados; la mayoría son venenos potentes y de acción rápida. as fuentes principales de cianuro en el agua son las descargas de algunos procesos de minado de minerales, industrias de sustancias químicas orgánicas, plantas o manufactura de hierro o acero y facilidades públicas para el tratamiento de aguas residuales. Cantidades más pequeñas de cianuro pueden entrar al agua a través de agua de escorrentía que fluye por caminos donde se han esparcido sales que contienen cianuro. (Español, 2016)

- **Cromo IV:** Es un compuesto tóxico hallado ciertas veces en el agua, es una forma cancerígena del metal cromo en estado de oxidación. Puede ser encontrado en forma natural en rocas, suelo y plantas. Dado que el cromo es utilizado industrialmente en una amplia variedad de productos, puede ser liberado al medio ambiente por medio de la erosión y las fugas. La toxicidad del cromo hexavalente puede causar daños en el hígado, problemas reproductivos y de desarrollo, y también cáncer. (Fluence, 2016)
- **Hierro:** El hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/l. También puede haber hierro en el agua de consumo debido a la utilización de coagulantes de hierro o a la corrosión de tuberías de acero o hierro colado durante la distribución del agua. El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **Mercurio:** Se trata de un elemento muy tóxico para las personas. Su ingestión puede provocar daños renales y el sistema nervioso central si la dosis
- es alta. Los síntomas son dolor en el vientre, vómitos y diarrea. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **Plomo:** Debido a la disminución del uso de aditivos con plomo en la gasolina y de soldaduras con plomo en la industria alimentaria sus concentraciones en el aire y los alimentos están disminuyendo, y es mayor la proporción de la ingesta por el agua de consumo respecto de la ingesta total. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **Sodio:** Las sales de sodio (por ejemplo, el cloruro sódico) se encuentran en casi todos los alimentos (la principal fuente de exposición diaria) y en el agua de consumo. Aunque las concentraciones de sodio en el agua potable normalmente son inferiores a 20 mg/l, en algunos países pueden superar en gran medida esta cantidad. Las concentraciones de sales de sodio en el aire son normalmente bajas con respecto a las presentes en los alimentos o el agua. Se debe señalar que algunos ablandadores del agua pueden incrementar notablemente el contenido de sodio del agua de consumo. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)

- **Zinc:** El Zinc es un oligoelemento esencial que se encuentra en prácticamente todos los alimentos y en el agua potable en forma de sales o complejos orgánicos. Generalmente, la principal fuente de cinc son los alimentos. Aunque las concentraciones de cinc en aguas superficiales y subterráneas no suelen sobrepasar 0,01 y 0,05 mg/l, respectivamente, en el agua de grifo puede haber concentraciones mayores como consecuencia de la disolución del cinc de las tuberías. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **Sólidos Sedimentables (SSed):** Es una medida del material que por efecto de su peso y la gravedad se deposita fácilmente en el fondo del recipiente que los contiene en estado estacionario en un periodo de tiempo definido. Generalmente está compuesto por arena y limo. Dependiendo de la técnica de determinación, en algunos casos puede incluir al material flotante. Su determinación provee información de la cantidad de sedimento que arrastra el cuerpo de agua. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)
- **Coliformes Fecales:** Las bacterias Coliformes Fecales forman parte del total del grupo Coliformes. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 °C +/- 0.2 °C dentro de las 24 +/- 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el Escherichia coli. La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (Ecofluídos Ingenieros S.A., 2012)
- **Aldrín:** El aldrín (número CAS 309-00-2) es un plaguicida clorado que se utiliza para el control de plagas del suelo. Desde comienzos de la década de 1970, varios países han limitado estrictamente o han prohibido el uso de ambos compuestos, particularmente en la agricultura. El aldrín se convierte rápidamente en dieldrín en la mayoría de las condiciones ambientales y en el organismo. El dieldrín es un compuesto organoclorado muy persistente, con

movilidad en el suelo baja, volátil y bioacumulable. La exposición al aldrín o dieldrín por vía alimentaria es muy baja y está disminuyendo. (OMS, 2006)

- **Endosulfán:** El endosulfán (número CAS 115-29-7) es un insecticida empleado en países de todo el mundo para controlar plagas en frutas, hortalizas y té, así como en cultivos no alimentarios como el tabaco y el algodón. Además de su uso agrícola, se emplea en el control de la mosca tsetsé, como conservador de la madera y en el control de plagas de huertos domésticos. La JMPR concluyó que el endosulfán no es genotóxico y no se detectaron efectos cancerígenos en estudios a largo plazo realizados en ratones y ratas. El órgano afectado por su toxicidad es el riñón. Diversos estudios realizados recientemente han demostrado que el endosulfán, solo o en combinación con otros plaguicidas, puede unirse a los receptores estrogénicos y alterar el sistema endocrino. (OMS, 2006)
- **Clordano:** El clordano (número CAS 57-47-9) es un insecticida de amplio espectro que se utiliza desde 1947. Recientemente, su uso se ha ido restringiendo cada vez más en muchos países y ahora se utiliza principalmente para eliminar termitas mediante inyección en el subsuelo. El clordano aplicado mediante inyección subterránea puede constituir una fuente de contaminación leve de las aguas subterráneas. El clordano técnico es una mezcla de compuestos en la que predominan los isómeros *cis* y *trans* de clordano. Es muy resistente a la degradación, presenta un alto grado de inmovilidad en el suelo y es poco probable que migre a las aguas subterráneas, donde sólo se ha encontrado ocasionalmente. Se libera a la atmósfera con facilidad. A pesar de que las concentraciones de clordano en los alimentos han ido disminuyendo, es un compuesto muy persistente y tiene un gran potencial de bioacumulación. (OMS, 2006)
- **Endrín:** El endrín (número CAS 72-20-8) es un insecticida foliar de amplio espectro que actúa frente a una gran diversidad de plagas agrícolas. También se emplea como raticida. Se ha detectado la presencia de cantidades pequeñas de

endrín en los alimentos, pero al parecer, está disminuyendo la ingesta total procedente de éstos. (OMS, 2006)

- **Heptacloro:** El heptacloro (número CAS 76-44-8) es un insecticida de amplio espectro cuyo uso se ha prohibido o restringido en muchos países. En la actualidad, el heptacloro se usa principalmente para el control de las termitas y se aplica mediante inyección en el subsuelo. El heptacloro es bastante persistente en el suelo, donde se transforma principalmente en su epóxido. Se han detectado concentraciones del orden de nanogramos por litro de heptacloro en el agua de consumo. Se considera que los alimentos son la principal fuente de exposición al heptacloro aunque la ingesta está disminuyendo. (OMS, 2006)
- **Lindano (Gama-HCH):** El lindano, γ-hexaclorociclohexano o γ-HCH (número CAS 58-89-9) se utiliza como insecticida en cultivos de frutales y hortalizas, en el tratamiento de semillas y en silvicultura. La utilización del lindano se ha restringido en varios países. El lindano puede degradarse en el suelo y rara vez se filtra a las aguas subterráneas; en las aguas superficiales puede eliminarse por evaporación. Las personas están expuestas principalmente por los alimentos, pero esta vía de exposición está disminuyendo. (OMS, 2006)
- **Metoxicloro:** El metoxicloro (número CAS 72-43-5) es un insecticida que se utiliza en la producción de hortalizas, frutales, árboles, forrajes y animales de granja. Es poco soluble en agua y muy poco móvil en la mayoría de los suelos agrícolas; en condiciones normales de uso no constituye, según parece, un riesgo ambiental. La ingesta diaria por los alimentos y el aire es, previsiblemente, inferior a 1 µg por persona. Los metabolitos ambientales principales son los productos desclorados y desmetilados, que se forman en mayor medida en condiciones anaerobias que en condiciones aerobias También hay posibilidades de que la sustancia original y sus metabolitos se acumulen en los sedimentos de aguas superficiales. (OMS, 2006)
- **Paration:** El paratión (número CAS 56-38-2) es un insecticida no sistémico que se emplea en muchos **países** del mundo. Se usa como fumigante y acaricida y como tratamiento foliar y del suelo antes de la cosecha en una gran variedad

de cultivos, tanto al aire libre como en invernaderos. El paratión que se libere al medio ambiente se adsorberá intensamente en la capa superior del suelo y no es probable que se filtre en cantidades significativas. Esta sustancia desaparece de las aguas superficiales en el transcurso de una semana aproximadamente. La población general no suele estar expuesta al paratión a través del aire o el agua. La principal fuente de exposición al paratión la constituyen los residuos de esta sustancia presentes en los alimentos. (OMS, 2006)

- **DDT y sus metabolitos:** La estructura del DDT (número CAS 107917-42-0) admite la existencia de varios isómeros diferentes y los productos comerciales contienen principalmente p,p'-DDT. Varios países han limitado o prohibido su uso, aunque el DDT aún se utiliza en algunos países para el control de los vectores de la fiebre amarilla, la enfermedad del sueño, el tifus, el paludismo y otras enfermedades transmitidas por insectos. El DDT y sus metabolitos son persistentes en el medio ambiente y resistentes a la degradación total por microorganismos. Para la población general, la principal fuente de ingesta de DDT y de compuestos relacionados son los alimentos. (OMS, 2006)

1.4.1.3.Metodología para el muestreo de aguas superficiales

Esta metodología se obtiene de la guía "Monitoreo de la Calidad Hídrica de Cuerpos Superficiales" elaborado por Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Se indican la preparación para el muestreo, el requerimiento del personal, el requerimiento de equipos y material, el procedimiento de muestreo en aguas superficiales, el muestreo en ríos y lagos y el procesamiento de muestras.

1.4.1.3.1. Preparación para el muestreo

Se debe elaborar un cronograma de actividades que incluya las tareas involucradas desde los trabajos en gabinete, previo a la salida al campo, el trabajo mismo en campo y las actividades post monitoreo. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)

1.4.1.3.2. Requerimientos del personal

Los encargados tienen que ser entrenados desde el inicio de la planificación del monitoreo para realizar las tareas necesarias y deben recibir actualizaciones durante el desarrollo del programa de monitoreo. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)

1.4.1.3.3. Requerimientos de equipos y materiales

Los materiales y equipos básicos requeridos son:

- Planillas o formularios
- Cinta scotch
- Balde 10 L con cuerda sujeción
- Barbijos
- Jarra 2 L
- Toallas papel absorbente
- Hielo (2 kg)
- Jabón antibacteriano
- Caja conservadora para muestras
- Caja para materiales
- Piseta 350 mL (1)
- Frascos plásticos con tapa (200 ml, 500 ml, 1000 ml)
- Frascos de vidrio (1000 ml)
- Embudo de filtración plástico
- pH metro
- Conductímetro
- Oxímetro (medidor OD)
- Turbidímetro
- Vaso de plástico 250 mL
- GPS y cámara fotográfica
- Cono Imhoff (1000 mL)

- Agua desionizada 5 L
- Agua para lavado manos (5 L)
- Ácido sulfúrico solución
- Ácido nítrico solución

Los materiales de laboratorio deben ser reutilizables y por lo tanto deben ser lavados y enjuagados apropiadamente de acuerdo al parámetro de la muestra.

Para medición de conductividad, sólidos totales, turbidez, pH y alcalinidad:

- Lavar con cepillo y detergente libre de fosfatos
- Enjuagar tres veces con agua del grifo
- Enjuagar tres veces con agua destilada (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)

1.4.1.3.4. Procedimiento de muestreo en aguas superficiales

El tipo de muestreo integrado de aguas superficiales es el más óptimo para ser aplicado en ríos. Este tiene muestras compuestas por varias muestras puntuales tomadas en diferentes puntos (o lo más cercanas posibles entre sí) simultáneamente.

Para muestrear se debe mirar de frente hacia la corriente, destapando el frasco de muestra justo antes de introducir al agua, evitar tocar dentro del frasco, si esto ocurre, ocupar otro frasco. Sujetar el frasco por su base alejándolo lo más posible de uno, inclinarlo a 45° y sumergirlo con su parte trasera apuntando hacia la corriente hasta la profundidad necesaria. Si la corriente tiene menos de 50 cm de profundidad muestrear a un tercio de su altura o a la mitad. Si la corriente tiene más de 50 cm, pero menos de 150 cm, muestrear a 30 cm debajo de la superficie. Si la corriente es de 1,5 m o más, tomar igualmente a 30 cm de la superficie.

Antes de recolectar la muestra enjuagar una vez el frasco con el agua que se muestrea (enjuagar con agua filtrada si la muestra es filtrada). Para esto, recoger un poco de agua con el frasco, tapar y agitar vigorosamente, destapar, desechar, volcar y golpear un poco para retirar las gotas adheridas u otras partículas.

Una vez que se ha llenado, tapar con cuidado recordando no tocar dentro del frasco, dejando un espacio de aire para que se pueda agitar la muestra antes del análisis (no llenar completamente excepto para análisis de oxígeno). Si la corriente es homogénea en el sitio de muestreo, se recomienda tomar una muestra compuesta de tres componentes en el centro del río, es decir, se recolecta una muestra que luego se vierte a un tercio del volumen del frasco, de inmediato se vuelve a muestrear y se añade hasta dos tercios del frasco y finalmente se muestrea y se trasvasa hasta llenar el frasco, esto garantiza que la muestra se halla dentro del centroide de la corriente que contiene al 50% del flujo. Si la corriente no es homogénea se muestrea en dos puntos en una transecta sobre el río. Una muestra se toma en la parte más rápida y la otra en la parte lenta. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)

1.4.1.3.5. Procesamiento de las muestras

Se debe proceder a fraccionar la misma en los recipientes necesarios para las determinaciones en laboratorio y posteriormente se procede a la medición de los parámetros de campo. La preservación de las muestras es una medida tomada para prevenir la reducción o pérdida de los analitos que se quieren determinar, pueden ocurrir en el tiempo entre el muestreo y el análisis químico a causa de procesos físicos, químicos y biológicos que producen reacciones fisicoquímicas de precipitación, adsorción, oxidación, reducción, intercambio iónico, degasificación o degradación. La preservación estabiliza las concentraciones del analito por un periodo limitado de tiempo. Algunas muestras tienen un muy limitado tiempo de preservación.

Las muestras pueden ser preservadas de tres maneras: filtración, enfriamiento y tratamiento químico.

La filtración es un proceso físico utilizado para separar las partículas no disueltas de una muestra de agua (debe filtrarse dentro de los 15 minutos del muestreo).

Las muestras son filtradas con varios propósitos, por ejemplo, para remover microorganismos y preservar la concentración de los analitos o para remover materiales suspendidos que interfieren con el procedimiento analítico específico; o para realizar

especiación química y fraccionamiento de los elementos traza en estudios geoquímicos.

El enfriamiento es una operación física que consiste en enfriar por debajo de 4°C la muestra con ayuda de hielo en una conservadora, pero no se debe congelar hasta 0 °C. Se realiza inmediatamente después del muestreo y procesado de las muestras que requieren enfriamiento hasta el momento de su determinación.

El tratamiento químico es una operación de agregación de ácidos o bases para modificar el pH de una muestra de modo que no se descomponga (dentro de los 15 minutos después del muestreo). Sin embargo, hay que tener cuidado con el tipo de muestra y el reactivo preservativo utilizado ya que un preservante puede ser fuente de contaminación para otro analito. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua Bolivia, 2017)

Tabla I.4. Preservación de muestras para análisis en laboratorio.

Características a estudiar	Tipo de recipiente	Volumen de muestra	Técnica de preservación
Coliformes	Plástico esterilizado	1000 ml.	Refrigerar
Sólidos suspendidos y totales	Plástico	1000 ml.	Ninguna
Metales	Plástico	500 ml.	Acidificar a pH < 2 con HNO3
DQO	Plástico	200 ml.	Acidificar a pH <2 con H2SO4
No metales	Plástico	500 ml	Ninguna
Plaguicidas	Vidrio	1000 ml.	Ninguna
Cromo VI	Plástico	200 ml	Ninguna
Macro invertebrados	Plástico	500 ml	Añadir alcohol etílico (70% vol/vol)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

1.4.1.3.6. Muestro de macroinvertebrados bentónicos para evaluar condiciones biológicas

Los materiales necesarios son los siguientes:

- Red Surber de 300 a 500 μm
- Alcohol al 95%

- Frascos plásticos
- Pinzas finas
- Planillas de campo

Los tramos de recolección de muestras empiezan 10 metros aguas abajo del punto de monitoreo. La toma de muestras con la red Surber deben ir en contracorriente, removiendo los sustratos con la mano o botas, observando los macroinvertebrados más grandes de la superficie que puedan huir por el movimiento, cada cierto periodo se debe vaciar el contenido de la red en un balde, luego de concluir el tramo se debe seleccionar los macroinvertebrados con pinzas y ponerlos en un frasco con agua y alcohol al 95% (70% vol/vol)

1.4.2. Segunda etapa – Trabajo de campo

1.4.2.1. Mediciones de parámetros fisicoquímicos en campo

Los siguientes parámetros fisicoquímicos son los que se realizan en campo:

- Temperatura (°C)
- Turbidez (NTU)
- Oxígeno disuelto (mg/L)
- Conductividad eléctrica (µS/cm)
- pH
- Sólidos sedimentables (mL/L)

Utilizando los siguientes equipos y materiales:

- pH metro
- Conductímetro
- Oxímetro (medidor OD)
- Turbidímetro
- Cono Imhoff (1000 ml)

La metodología para las mediciones de estos parámetros fisicoquímicos es proporcionada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua mediante la guía "Monitoreo a la Calidad Hídrica de Cuerpos Superficiales". ***ANEXO C.***

1.4.3. Tercera etapa – Trabajo de laboratorio

1.4.3.1.Laboratorios externos

Los ensayos que se realizan en laboratorios externo contratados son los siguientes parámetros:

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides:

- Arsénico (As) en mg/L
- Calcio (Ca) en mg/L
- Cadmio (Cd) en mg/L
- Cromo hexavalente (Cr VI) en mg/L
- Cromo trivalente (Cr III) en mg/L
- Hierro soluble (Fe) en mg/L
- Mercurio (Hg) en mg/L
- Plomo (Pb) en mg/L
- Sodio (Na) en mg/L
- Zinc (Zn) en mg/L

Constituyentes inorgánico no metálicos

- Cianuro total (CN) en mg/L
- Cloruros (CL) en mg/L
- Fosfatos (PO43) en mg/L
- Nitrógeno total (N (T)) en mg/L

- Sulfatos (SO42) en mg/L

Componentes orgánicos

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) en mgO2/L
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) en mgO2/L

Componentes microbiológicos

- Coliformes fecales (Colifecales) en NMP/100mL

Constituyentes plaguicidas

- Aldrin en µg/L
- Clordano en µg/L
- Dicloro difenil tricloretano (DDT) en µg/L
- Endrín en µg/L
- Endosulfan (Endos) en µg/L
- Heptacloro (HepCl) en µg/L
- Epóxido de heptacloro (EHepCl) en µg/L
- Lindano en µg/L
- Metoxicloro en µg/L
- Paration en µg/L

1.4.3.2.Laboratorios internos

Para evaluar las Condiciones Biológicas de los cuerpos de agua se utilizan macroinvertebrados bentónicos, metodología explicada en la "Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónico" elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Las muestras recolectadas de macroinvertebrados bentónicos deben ser llevados a un laboratorio, para que con ayuda de un microscopio se haga la evaluación cuantitativa

de cada macroinvertebrado.

La identificación de macroinvertebrados se realizan de manera directa con apoyo del siguiente material:

- Microscopio
- Pinzas
- Vidrio reloj
- Guía para la evaluación de condiciones biológicas de cuerpos de aguas utilizando macroinvertebrados benzoicos. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, s/f)

1.4.4. Cuarta etapa – Sistematización de la información

1.4.4.1. Metodología para la identificación de uso de agua.

La metodología empleada para la identificación de los usos de la fuente de agua fue la siguiente:

- Selección de los sectores representativos a lo largo de los ríos, de acuerdo a las comunidades que atraviesa el río.
- Realización de visitas de campo para el registro fotográfico, coordenadas geográficas, altura y evaluación del sitio.
- Identificación de los usos que se da al agua por parte de los pobladores.
- Para establecer el uso se debe observar detalladamente las condiciones del sitio, realizar entrevistas informales a los pobladores y técnicos conocedores del área con el fin de recabar información más precisa.

1.4.4.2. Metodología para el estudio de las fuentes contaminantes.

Para determinar las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas se siguió la siguiente metodología:

- Se debe establecer un inventario general de AOPs que están cercanas o descargan sus aguas residuales al río o sus afluentes.
- Evaluar descargas puntuales sobre el lecho del río y/o afluentes que

convergen en el mismo.

- Realizar un recorrido del lecho del río para la identificación y verificación de las descargas de aguas residuales sobre el mismo.
- Identificar las actividades e industrias que realizas descargas de aguas residuales al río o sus afluentes.

1.4.4.3. Metodología para el estudio de las fuentes contaminantes actuales y su evolución en el futuro.

- Realizar la revisión de los Registro Ambiental Industrial (RAI) de las industrias Cat. IV y III, a la par de verificar la presentación de Informes Ambientales Anuales IAA de las industrias Cat. III

1.4.4.4. Metodología para la sistematización de la información

Para sistematizar la información se realizan las siguientes actividades:

- Se sistematiza la información generada por cada municipio y de otras instituciones como el GAD Tarija, UAJMS, OTN-PB, MMAyA, CGE, Normativa Ambiental e investigadores.
- La sistematización y ordenamiento de los datos recolectados a través de las fichas de campo, se transcriben del formato impreso al formato electrónico, lo cual sirve de base para establecer el sistema de información.
- La recepción de los reportes de los resultados emitidos por los laboratorios acreditados y junto a los datos de campo se transcriben a las planillas electrónicas proporcionadas por el MMAyA, para consolidar la base de datos de los dos monitoreos realizados y que servirá para realizar la clasificación de las aguas del río Guadalquivir y los afluentes evaluados.
- Con la recolección de datos, las planillas de campo y los informes de laboratorio, se procede a la sistematización de la información para estructurar la base de datos electrónica de acuerdo al formato enviado por

el MMAYA, el cual respeta lo establecido en la normativa ambiental en lo que toca al Art. 6 del RMCH de la Ley 1333.

- Se estructuran los informes sobre la sistematización de los usos del agua de los ríos en base a los reportes, imágenes y entrevistas realizadas.
- Se estructura también la información existente respecto a las fuentes contaminantes naturales y antrópicas
- Por último, la sistematización de la información respecto a las condiciones biológicas.

1.4.5. Quinta etapa - Planteamiento de la propuesta de clasificación

En base a toda la información recolectada y a los lineamientos establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333 de Medio Ambiente se obtiene una propuesta de clasificación de los ríos Guadalquivir y Camacho.

1.5.Normativa ambiental vigente en Bolivia

El marco normativo ambiental nacional establecido a través de la Constitución Política del Estado Boliviano, la Ley N° 1333 de Medio Ambiente y sus reglamentos establece, como parte de la Política Ambiental Nacional, la optimización y racionalización del uso de aguas, aire, suelos y otros recursos naturales renovables, garantizando su disponibilidad a largo plazo. También señala que la protección y conservación del recurso agua es tarea fundamental y de prioridad nacional del Estado y la sociedad; así como su planificación, uso y aprovechamiento integral, para beneficio de la comunidad y el asegurar su disponibilidad permanente; priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, 2017)

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica - RMCH, plantea la Clasificación de Cuerpos de Agua como una herramienta para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos, señalando que la misma debe realizarse con base en su aptitud de uso y que debe entenderse como el establecimiento del nivel de calidad existente o el nivel a ser

alcanzado y/o mantenido en un cuerpo de agua. Por ello, en el marco de lo establecido en la “Metodología para la Elaboración de la Propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua y su Procedimiento de Aprobación”, el trabajo realizado en lo que corresponde a la propuesta de Clasificación de la Cuenca del Río Guadalquivir, inicialmente rescata lo que significa el Río para la población en lo que corresponde a sus valores culturales y el uso de sus espacios como ambientes de recreación, abastecimiento de agua y materiales áridos, por ello se plantea que la Clasificación de estar basada en su aptitud de uso actual pero proyectando su evolución positiva para mejorar su calidad una vez que se desarrollen medidas de mitigación que son planteadas para su recuperación, medidas que deben estar de acuerdo con políticas ambientales del país y del departamento de Tarija, en el marco del desarrollo sostenible, tomando como base la clasificación establecida en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica RMCH en el artículo 4, que indica lo siguiente:

La clasificación de los cuerpos de agua, según las clases señaladas en el Cuadro Nº 1 - Anexo A del presente reglamento, basada en su aptitud de uso y de acuerdo con las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, será determinada por el MDSMA. Para ello, las instancias ambientales dependientes del prefecto deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación. Esta documentación contendrá como mínimo: Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos los parámetros básicos, fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor, investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas, condiciones biológicas, estudio de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas.

Esta clasificación general de cuerpos de agua; en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

CLASE “A” Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

CLASE “B” Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

CLASE “C” Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.

CLASE “D” Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

En caso de que la clasificación de un cuerpo de agua afecte la viabilidad económica de un establecimiento, el Representante Legal de éste podrá apelar dicha clasificación ante la autoridad ambiental competente, previa presentación del respectivo análisis costo - beneficio. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 1995)

Otros artículos que son de total importancia son los artículos 5 y 6 que determinan los límites máximos permitidos de los parámetros y los básicos que se deben incluir en una clasificación.

ARTICULO 5º.

Los límites máximos de parámetros permitidos en cuerpos de agua que se puedan utilizar como cuerpos receptores, son los indicados en el Cuadro Nº A-I del Anexo A de este Reglamento.

ARTICULO 6º.

Se considera como PARÁMETROS BÁSICOS, los siguientes: DBO5; DQO; Colifecales NMP; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; Dieldrín; DDT; Endrín; Malatión; Paratión.

Tabla I.5. Aptitudes de uso según la clasificación de aguas superficiales, RMCH.

Orden	Usos	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
1	Para abastecimiento dómestico de aguas potables después de:				
	a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento	SI	NO	NO	NO
	b) Tratamiento solamente físico y desinfección	No necesario	SI	NO	NO
	c) Tratamiento físico-químico completo; coagulación, floculación, filtración y desinfección	No necesario	No necesario	SI	NO
	d) Almacenamiento prolongado o presidementación; seguidos de tratamiento; al igual que c)	No necesario	No necesario	No necesario	SI
2	Para reacreación de contacto primario; natación, esquí, inmersión	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y fruta de cáscara delgada, que sean ingeridas sin remoción de ella	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinada a la alimentación humana	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales	NO (*)	SI	SI	NO
8	Para la navegación (***)	NO (**)	SI	SI	SI

(SI) Es aplicable, puede tener todos los usos indicados en las clases correspondientes

(*) No en represas usadas para el abastecimiento de agua potable

(**) No a navegación a motor

(***) No aplicable a acuíferos

Fuente: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, MMAyA, (1995).

ARTICULO 7º.

En la clasificación de los cuerpos de agua se permitirá que hasta veinte de los parámetros especificados en el Cuadro Nº A-1 superen los valores máximos admisibles indicados para la clase de agua que corresponda asignar al cuerpo, con las siguientes limitaciones:

lº Ninguno de los veinte parámetros puede pertenecer a los PARAMETROS BASICOS del Art. 6º.

2º El exceso no debe superar el 50% del valor máximo admisible del parámetro.

El Cuadro N° A-1 señalado en el Art. 7° se encuentra en el **Anexo B.**

CAPÍTULO II

II. ANTECEDENTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

2.1.Municipio de Uriondo

2.1.1. Descripción del municipio

El Municipio de Uriondo, se encuentra en la Provincia Avilés del Departamento de Tarija, limita al norte y al este con la provincia Cercado, al sur con la provincia Arce, y al oeste con el Municipio de Yunchará. En la región se distinguen dos zonas: la montañosa, con serranías importantes como Sama, Laderas y Barrancas, y la de valles, con ondulaciones surcadas por los ríos Camacho y Guadalquivir, unión de la cual nace el río Tarija.

La accesibilidad a Uriondo se da mediante una carretera asfaltada hasta la población del Valle de Concepción, distante a 25 km de la ciudad de Tarija. Los caminos a las demás comunidades se encuentran en regular estado. En materia de recursos naturales, la región tiene bosques húmedos y bosques secos en sus tres zonas ecológicas: zona aluvial, zona lacustre y pie de monte. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

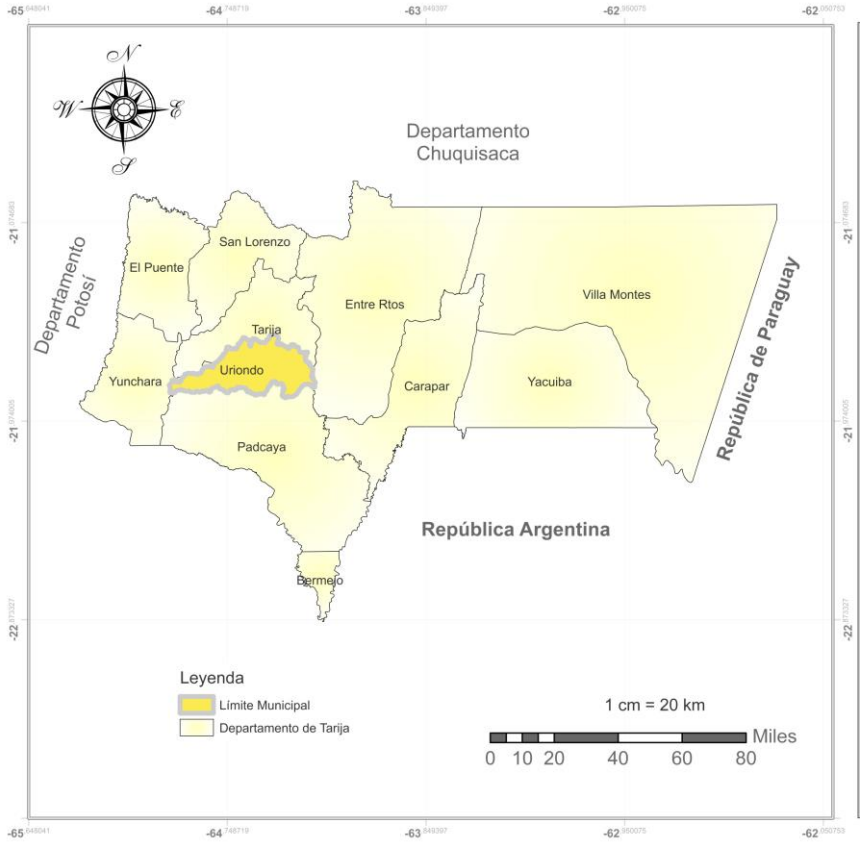
2.1.1.1.Ubicación espacial

El Municipio de Uriondo, Primera Sección de la Provincia Avilés se encuentra situada al Sur-Oeste del Departamento de Tarija, entre los meridianos 21º 34´ - 21º 49´ de latitud Sur y los paralelos 64º 31´- 64º 59´ de longitud Oeste.

2.1.1.2.Extensión territorial

El territorio del Municipio de Uriondo ocupa una superficie de 1176 km^2, representa el 40% de la provincia Avilés y aproximadamente un 3% del total del territorio departamental. Cuenta con 54 comunidades distribuidas en 9 distritos, una característica esencial de estas comunidades es que son de carácter rural, con algunos centros urbanos poblados como Valle de Concepción, Calamuchita y Muturayo.

Mapa 1.Municipio de Uriondo



Fuente: *"Diagnóstico Municipal de Uriondo",* GAM Uriondo. (2016)

2.1.1.3.División político administrativa

La división político administrativa, organiza el municipio en 9 distritos, con lo cual se tienen 54 comunidades. ***(Tabla II.1)***

2.1.2. Componente biofísico

La siguiente información es recabada del Diagnóstico Municipal de Uriondo del año 2016, elaborada por el Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.

2.1.2.1.Aptitud y uso de los suelos

La clasificación de suelos en Uriondo muestra 11 subcategorías correspondientes a la categoría "Protección con uso restringido".

La categorización del suelo permite reconocer la diversidad del mismo y sus

características en todo el municipio; además del correcto e incorrecto uso que se le da desde el punto de vista de su función y las potencialidades como factor de desarrollo de cada una de las comunidades.

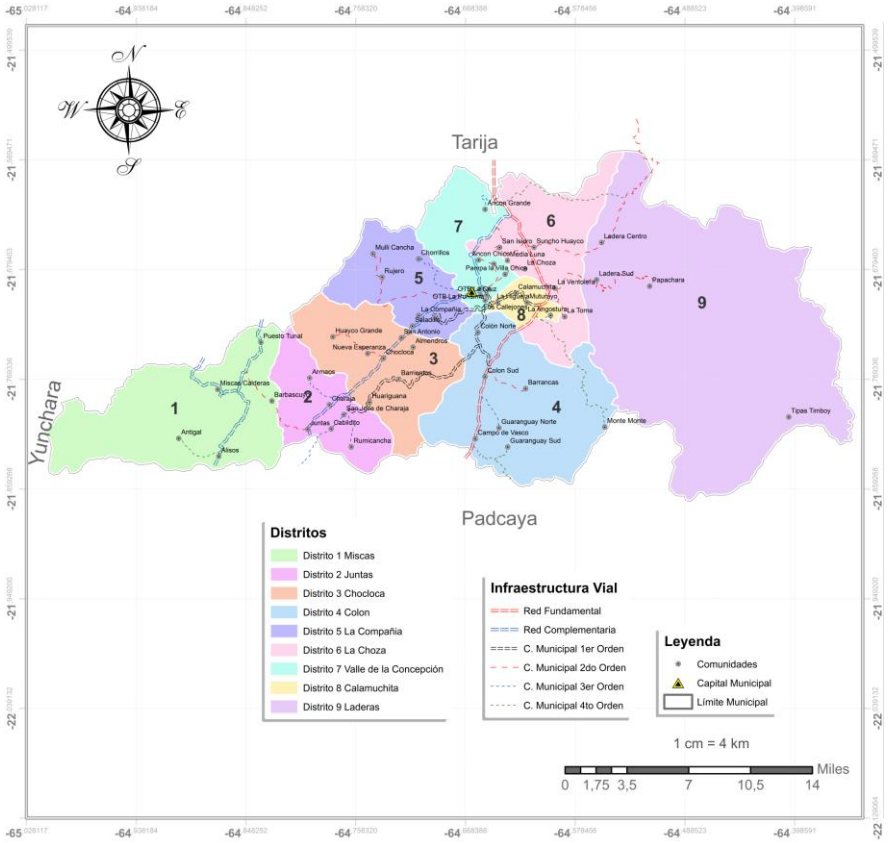
El incremento de la producción agropecuaria no se ha logrado en todas las comunidades; por lo tanto, aún se mantiene un alto porcentaje de comunidades que producen para autoconsumo, vendiendo solo el saldo restante a los mercados de la ciudad de Tarija, sin ningún tipo de transformación.

Tabla II.1. Distritos y comunidades del Municipio de Uriondo

N°	Distrito	Comunidad	N°	Distrito	Comunidad	N°	Distrito	Comunidad
1	1. Miscas	Miscas Calderas	19	4. Colón	Colón Norte	39	7. Uriondo	Ancón Grande
2		Antigal	20		Colón Sud	40		Ancón Chico
3		Alisos	21		Guaranguay Norte	41		Pampa La Villa Grande
4		Puesto Tunal	22		Guaranguay Sud	42		Pampa La Villa Chica
5		Barbascuyo	23		Barrancas	43		OTB La Cruz
6	2. Juntas	Juntas	24		Monte Monte	44		OTB La Purísima
7		Charaja	25		Campo de Vasco	45		OTB Valle Bajo
8		Rumicancha	26	5. La Compañía	La Compañía	46		Los Callejones
9		Armaos	27		Rujero	47	8. Calamuchita	Calamuchita
10		San José de Charaja	28		Mullicancha	48		Muturayo
11		Cabildito	29		Chorrillos	49		La Angostura
12	3. Chocloca	Chocloca	30		Saladillo	50		La Higuera
13		San Antonio de chocloca	31		San Nicolás	51	9. Laderas	Laderas Centro
14		Huayriguana	32		Fuerte La Compañía	52		Laderas Sud
15		Barrientos	33	6. La Choza	La Choza	53		Tipastimboy
16		Huayco Almendros	34		La Ventolera	54		Papachacra
17		Almendros	35		Sunchuhuayco			
18		Nueva Esperanza	36		Media Luna			
			37		Toma Tunal			
			38		San Isidro			

Fuente: *"Diagnóstico Municipal de Uriondo",* GAM Uriondo. (2016)

Mapa 2. Distritos del Municipio de Uriondo



Fuente: *"Diagnóstico Municipal de Uriondo",* GAM Uriondo. (2016)

2.1.2.2.Vegetación

Se tienen identificado un total de 102 especies vegetales nativas agrupadas en 30 familias de plantas superiores (Monocotiledóneas y Dicotiledóneas), plantas inferiores y especies exóticas. Se identificaron 4 tipos de cobertura vegetal, según clasificación de acuerdo a su ciclo vegetativo y su hábito de crecimiento.

Entre algunas de las especias más importantes se encuentran: tipa, pino, cerreno, chañar, ruda, malva, amancaya, sauco, ulupica, jarca, quellotica, quina entre otras. En algunas comunidades especies como la quina o los churquis prácticamente han desaparecido por un manejo inadecuado a raíz de que estas son aprovechadas como material combustible para uso doméstico.

2.1.2.3.Clima

De acuerdo a las características climatológicas de la región; Uriondo, se encuentra en la zona templada del Valle Central del Departamento de Tarija con micro regiones de montaña y valle.

2.1.2.3.1. Temperatura

Su clima se caracteriza por una temperatura promedio de 17.5ºC con extremos de 8ºC en invierno y 40ºC en verano, sin embargo, se han registrado temperaturas extremas bajo 0.

2.1.2.3.2. Precipitaciones

Las lluvias mayormente son de origen orográfico dadas principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, razón por la que se presentan precipitaciones altas en la zona montaños

2.1.2.3.3. Vientos, heladas, sequía, granizo

Entre el periodo 2007 y 2013, los riesgos climáticos se han incrementado y agudizado considerando la frecuencia e intensidad de los mismos.

Según datos oficiales y la percepción de la población se determina que los principales riesgos hasta el 2007 fueron las heladas y granizadas; entre el periodo 2007 – 2016 y tomando en cuenta la encuesta realizada en mayo del 2013 dentro del proceso de formulación del PDM se identifica que el mayor riesgo es el de la sequía; el 63% de las comunidades visibilizan esta problemática como una gran limitante para el sector productivo que para el 2016 por ejemplo la producción de uva redujo en un 30% (porcentaje estimado desde los productores de vid).; la región más afectada se circunscribe entre la comunidad de Juntas hasta Calamuchita.

Otro de los riesgos es de las granizadas pues un poco más del 40% de las comunidades se siente vulnerable ante este riesgo. En un porcentaje similar se establecido que otro de los riesgos es el de las heladas y por último el de las riadas e inundaciones en comunidades que se ubican muy cerca de los aires de río y quebradas. (Gobierno

Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.2.4.Hidrografía

Forman parte de la hidrografía muchas vertientes y ríos que atraviesan por el municipio; sin embargo, las principales fuentes de agua son el rio Camacho, rio Alisos y el lago San Jacinto cuya área de influencia de este último es la parte noroeste del municipio. La red hidrográfica de Uriondo, es parte del sistema fluvial del rio Bermejo dentro del subsistema del Rio Grande de Tarija cuya extensión es de 9960 Km, Uriondo junto a los municipios de Tarija, San Lorenzo Padcaya, Entre Ríos y Bermejo son los que se benefician de estos cursos de agua que tienen como afluentes a los siguientes: Calama, Equis, Tolomosa, Camacho, Corana, Sella, Santa Ana, Papachacra, Salinas entre otros. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.3. Componente socio-cultural

2.1.3.1.Características socio-culturales

Origen étnico: más del 80% de la población se auto identifica como “chapaco”; entendiendo que este término hace referencia a la gente de origen tarijeño; podría compararse con el denominativo del criollo o mestizo heredero de la colonia.

Idioma: en el municipio del total de la población el 88% aproximadamente habla castellano, los indicadores de población que habla lenguas originarias como el aimara, quechua y/o guaraní no pasan del 20.

Religión: por tradición la religión más practicada es la católica, sin embargo, en el último periodo se registra el incremento de población que practica como cristiana o evangelista.

Valores: es importante la referencia al hecho de la perdida sistemática de valores de la vida en comunidad, temática que se han tratado en los talleres del proceso de planificación. La población en su conjunto manifiesta preocupación respecto al hecho de que al interior de las comunidades ya no se practican actividades como el trabajo solidario, las expresiones culturales tradicionales, la gastronomía y vestimenta típica entre otros valores que además incluyen los de convivencia al interior de las familias y

de la comunidad. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.3.2.Identidad

La población se considera “chapaca” en su gran mayoría, no se reconoce como parte de un pueblo indígena originario; entendiendo también que ser chapaco es ser tarijeño pero que no todos los tarijeños son chapacos por la existencia de otras identidades (chaqueños, tapiete, weenhayek), de acuerdo a los escritos de Daniel Vacaflores que hace una lectura e interpretación de lo que se debe entender de la expresión “lo chapaco”.

Lo chapaco es lo criollo, son las prácticas agrícolas, sus creencias, sus tradiciones como la hierra, el carnaval, sus prácticas religiosas, que están fuertemente relacionadas a deidades como la pachamama, los astros y los conocimientos del ciclo de la naturaleza que por ejemplo dio paso al establecimiento de un calendario de actividades agrícolas que aún es el que orienta las labores del campo en Uriondo y en los otros municipios. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.4. Componente socioeconómico

2.1.4.1.Población del Municipio

Según el censo 2001, el Municipio de Uriondo contaba con una población de 12.331 habitantes; para el año 2006 el INE estimó un incremento a 13.308 Habitantes, determinando una tasa de crecimiento del 1,06% anual para el mencionado periodo. En el censo del 2012 el INE se determina una población de 14.744 habitantes; con una media familiar de 4 habitantes. En el 2020 se estima una población total de 15596 habitantes. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.4.2.Principal actividad económica de los habitantes

La población económicamente activa, inicia desde los 10 años de edad, en tareas remuneradas como la agricultura, la ganadería, la industria manufacturera, en la construcción, el transporte y otros servicios.

Se toma en cuenta además que el 60% de la población trabaja por cuenta propia y que

el 73% está dedicado a la actividad agrícola por lo tanto hay un importante número de trabajadores independientes. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.4.3.Servicios básicos

Los servicios básicos reflejan los niveles de pobreza en una región, siendo la cobertura de los mismos de importancia para el desarrollo del municipio, a continuación, se presenta la cobertura de servicios respecto a agua potable, saneamiento básico y energía eléctrica. ***(Tabla II.2.)*** (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

Tabla II.2. Cobertura de Servicios Básicos en el Municipio de Uriondo

Departamento, provincia y municipio	Población que reside en viviendas particulares		Cobertura de servicios básicos					
			Agua		Saneamiento Básico		Energía Eléctrica	
	2001	2012	2001	2012	2001	2012	2001	2012
Bolivia	8.090.732	9.827089	72.8	80.8	41.4	52.7	66.1	85.4
Tarija	377.048	463.31	80.7	91.1	55	71.8	68.9	91.3
Avilés	17.405	19.74	49.7	77.7	48.8	65	35.7	79.8
Uriondo	12.254	14.515	44	78.7	40.8	61.4	49.7	79
Yunchará	5.151	5.225	62.3	74.9	67.9	75	2.6	82

Fuente: Censo INE, 2012.

2.1.4.3.1. Agua Potable

Aunque aún muy cuestionada la calidad del servicio en el municipio los indicadores en cuanto a cobertura muestran el incremento de 44% en el 2001 a un 78% en el 2012, este escenario con una buena planificación permitiría lograr una cobertura total en el próximo quinquenio.

Respecto a la forma por la que la población accede al servicio los datos indican que el 89% utiliza agua por cañería y el 7% utiliza el recurso desde una fuente cercana como rio o vertiente solo el 2% de los usuarios usan pileta pública. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.4.3.2. Saneamiento básico

Los indicadores del censo 2012, respecto a esta variable muestran un incremento importante que pasa del 20% al 61,4% la cantidad de viviendas que cuenta con el

servicio de saneamiento básico.

El mecanismo de saneamiento más utilizado es el pozo ciego, aunque la cobertura apenas llega al 36% seguido por el servicio de alcantarillado con una cobertura de 17% y luego un 38% de población que no accede a este servicio. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.4.3.3. Residuos sólidos

Solo el 20% de la población en el Municipio de Uriondo, utilizan el servicio de recolección de residuos sólidos, el 35% procede a quemar los residuos y un 1,3% lo echa a los cauces de río. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.4.3.4. Energía eléctrica

La cobertura del servicio de energía eléctrica en 2001 era de 35,7%, para el 2012, ha subido a 79,8%. Aun así, se encuentra bajo el promedio departamental que es 80,4%. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.5. Componente económico-productivo

2.1.5.1.Sistema de producción agrícola

En el municipio de Uriondo, la dinámica económica gira en torno al modelo productivo tradicional basado en la agricultura y ganadería, la cual se constituye en el pilar fundamental de la economía de las familias destacando la producción de la vid, la horticultura y la producción de semillas sobre todo de tubérculos. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.5.2.Principales cultivos y variedades

La producción de papa, cebolla, tomate y maíz constituyen los productos más importantes cuya producción es comercializada en un 90% aproximadamente sin embargo es todavía necesario introducir técnicas y recursos económicos para mejorar el proceso de producción. El resto de la producción agrícola no representa grandes volúmenes los porcentajes de comercialización de productos las hortalizas son mínimo esta producción está más destinada para el autoconsumo sin embargo la demanda en el

mercado es amplia. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.5.3.Tecnología empleada

El sistema de producción agrícola se caracteriza por mantener prácticas tradicionales y muchas limitaciones en cuanto a tecnología, el subsector de mayor desarrollo es el de la viticultura que han logrado un nivel aceptable en el manejo de los cultivos pues logran buenos rendimientos y por lo tanto un excedente que mejora las condiciones de vida de la familia productora y consiguientemente les permite realizar algún tipo de inversión. El 100% de la producción es comercializada en la cadena uva vinos, singani. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.1.5.4.Sistema de producción ganadera

La actividad pecuaria, es la segunda en la lista de actividades económicas del municipio, involucra a más de 600 personas. Esta actividad viene a ser complementaria a la de la agricultura siendo que la tenencia del ganado es más para aprovechamiento domestico salvo excepciones como Chocloca que tiene un importante nivel de producción lechera que es comercializado en la ciudad de Tarija.

La ganadería bovina forma parte de la cadena productiva de la leche y sus derivados a nivel departamental y considerando que en muchas comunidades la agricultura no representa un potencial la pecuaria es una opción para genera ingresos a las familias campesinas. Por ejemplo, con la cría de aves de corral y la ganadería porcina. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2016)

2.2.Municipio de Padcaya

2.2.1. Descripción del Municipio

El Municipio de Padcaya se encuentra en la Provincia Arce del Departamento de Tarija, limita al sur con el Municipio de Bermejo y la República Argentina, al norte con el Municipio de Uriondo; al este con los municipios de Entre Ríos y Caraparí y al oeste con el Municipio de Yunchará y la República Argentina. Constituyendo el 81% del territorio provincial. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.1.1.Ubicación espacial

El Municipio de Padcaya se encuentra ubicada entre los meridianos: 65°05’ y 64°04’ de longitud oeste y entre los paralelos: 22°35’ y 21°46’ de latitud sur, en el Sur-Oeste del Departamento de Tarija. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.1.2.Extensión territorial

El Municipio de Padcaya tiene una extensión territorial de 4225.17 km^2, con lo cual ocupa un 81% de la Provincia Arce, un 11% del Departamento de Tarija y un 0.39% del Estado Plurinacional de Bolivia. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.1.3.División Política

El Municipio de Padcaya cuenta con 13 distritos, que albergan a 87 comunidades. Los centros más poblados son Padcaya, Rosillas, La Mamora y Cañas. La población en una gran mayoría se encuentra asentada en los márgenes de la ruta asfaltada Tarija – Bermejo y a los alrededores de la localidad de Padcaya. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.2. Componente biofísico

La siguiente información es recabada del Diagnóstico Municipal de Uriondo del año 2016, elaborada por el Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.

2.2.2.1.Aptitud y uso de suelo

Debido a su amplia extensión territorial, cuenta con gran diversidad geográfica y diversas características climáticas, su suelo presenta amplias aptitudes y usos como a su vez cuenta con limitaciones, como no contar con estudios a detalle de estos suelos. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.2.2.Vegetación

El Municipio de Padcaya, se caracteriza por estar ubicada entre dos provincias fisiográficas: la cordillera oriental que está cubierta por 5 tipos de vegetación: pastizales, arbustales alto andinos, pajonales-arbustales y matorrales-pastizales, bosques montanos

nublados, matorrales xerofíticos de los valles interandinos y matorrales y bosques del chaco serrano; y el sub andino, caracterizado por vegetación comprendida entre bosques, matorrales y pastizales que cubren una secuencia de serranías y colinas sub paralelas y alongadas en dirección norte-sur. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.2.3.Clima

El municipio se caracteriza por sus diversos climas según su orografía. Aun así, el verano presenta una temperatura y humedad relativa alta y masas de aire inestables, generando precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración. Mientras que, en invierno la temperatura y humedad relativa bajan, los "surazos" traen consigo masas de aire frío que dan lugar a precipitaciones de muy baja intensidad y de larga duración. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.2.3.1. Temperatura

La temperatura promedio calculada desde la Estación Meteorológica en la comunidad de Cañas, reporta que es 16.8°C, siendo la máxima promedio de 24.6°C y la mínima promedio de 9°C. La dirección del viento predominante viene del Sur-Este, con velocidad promedio de 4.6 km/h.

La temperatura promedio calculada desde la Estación Meteorológica en la comunidad de La Merced, reporta que es 18.5°C, siendo la máxima promedio de 22°C y la mínima promedio de 14.1°C. La dirección del viento predominante viene del Sur-Este, con velocidad promedio de 2.6 km/h.

La temperatura promedio calculada desde la Estación Meteorológica en la comunidad de La Mamora, reporta que es 17.7°C, siendo la máxima promedio de 24°C y la mínima promedio de 11.5°C. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.2.3.2. Precipitaciones

Las precipitaciones pluviales totales anuales en el municipio, oscilan entre 0.4mm y 209.8mm entre los meses de agosto y diciembre. El periodo seco abarca los meses de mayo a septiembre y el periodo húmedo va de los meses de octubre a abril. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.2.3.3. Heladas, sequías, granizo

Los días con heladas se registran entre los meses de mayo a septiembre, con mayor incidencia en el mes de julio.

Existen zonas con amenaza de sequía, especialmente en la zona de la Cordillera Oriental, donde la precipitación es baja, lo cual no es suficiente para el desarrollo del ciclo vegetativo de los cultivos.

Las zonas con mayor riesgo por efectos del granizo son las de zona occidental (Chaguaya, Camacho, La Huerta y Keñahuayco). (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.2.4.Hidrografía

El Municipio de Padcaya pertenece a la Cuenca del Río Bermejo, que tiene como principales sistemas de drenaje a los ríos Bermejo y Tarija. Esta cuenca pasa por paisajes montañosos, formando valles estrechos de río trenzado, donde se diferencian los trayectos del Río Bermejo propiamente.

También cuenta con el Río Tarija, que presenta una extensa red en lo que se conoce como el Valle Central de Tarija, donde los ríos Camacho, Guadalquivir, Santa Ana, y Tolomosa constituyen amenazas permanentes para las terrazas aluviales de sus riveras. En la región subandina el Río Tarija se hace más profundo. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.3. Componente socio-cultural

2.2.3.1.Identidad

Según el Censo de Población y Vivienda de 2012, el 40,98% de la población se identifica como “chapaco”, mientras que el 53,38% no se identifica con ningún grupo originario. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.3.2.Desarrollo cultural

Este municipio se caracteriza por el desarrollo cultural reflejado en sus tradiciones, costumbres. Dentro de su arquitectura religiosa están el Santuario de la “Virgen de

Chaguaya" y la Iglesia de "La Merced". Mediante la curtiembre, tejidos y cestería se muestran las obras artesanales de los comunarios. El patrimonio arqueológico de este municipio también es impresionante debido a que cuenta con diversos sitios arqueológicos como los Yacimientos de Orozas I y II, el Parque Arqueológico La Kollpana en Abra de la Cruz y los Museos Arqueológicos de Chaguaya "Ananías Barreto". (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.4. Componente socioeconómico

2.2.4.1. Población del municipio

La población del Municipio de Padcaya, en 2012 llegó a 18 681 habitantes, según el Censo de Población y Vivienda de ese año. Con esto se tiene una densidad poblacional de 4,3 habitantes por km^2. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.4.2.Principal actividad económica de los habitantes

Según datos estadísticos, el 63,5% de la población se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguido por el 6,71% de habitantes que se dedican a la construcción, un 5,94% está en el comercio y el resto en trabajo diversificados. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.4.3.Servicios básicos

2.2.4.3.1. Agua potable

Las características geográficas, la articulación vial y la población dispersa, provocan que el acceso a agua potable no llegue a todas familias, por lo cual se tiene una cobertura relativa de 94,25% en el municipio, donde solo el 60% llega a través de cañerías. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.4.3.2. Saneamiento básico

El estado del saneamiento básico es crítico en el municipio, porque solo el 5,93% de las viviendas cuenta con sistema de alcantarillado y el 31% cuenta con pozo sanitario o cámara séptica. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.4.3.3. Residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos se realiza mediante la recolección y transporte que se deposita en un botadero a cielo abierto, ubicado a 8,7 km del centro de la Ciudad de Padcaya, ahí se realiza la compactación de forma manual cada dos semanas. Aunque de manera técnica, la falta de recubrimiento de manera más continua, genera la dispersión por acción del viento y la proliferación de vectores. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.4.3.4. Energía eléctrica

Según el Censo de 2012, el 41,31% de las viviendas cuentan con servicio de energía eléctrica a través de SETAR, el 17,93% por medio de paneles solares y alrededor de un 20% no cuenta con energía eléctrica. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.5. Componente económico-productivo

2.2.5.1.Sistema de producción

De acuerdo a las aptitudes del suelo y las características climáticas, se realiza en el municipio la cosecha de papa, maíz, cebolla, arveja, trigo y frutas como durazno, ciruela, naranja, mandarina, higo y uva. Estas actividades se dan con escasos recursos de tierra y capital, mas con abundante mano de obra, por lo tanto, esta producción se genera más para autoconsumo que para comercialización. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.5.2.Principales cultivos y variedades

La producción agrícola se da de acuerdo a la zona, en comunidades como Rejará y La Huerta, predomina la producción de tubérculos, en La Merced y Emborozú es importante la producción de durazno, mientras que en San Telmo los cítricos son de gran calidad, llegando a comercializarse por todo el departamento. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.5.3.Tecnología empleada

La producción se genera mediante técnicas tradicionales y que corresponden a características propias de la zona, donde predomina el monocultivo. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

2.2.5.4.Sistema de producción ganadera

En la actividad pecuaria, se tiene la cría y producción de ganado vacuno criollo, como también de ganado ovino, caprino, porcino y avícola, en menores proporciones. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, 2015)

CAPÍTULO III

III. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL IMPACTO

3.1.Identificación del impacto

Para la identificación de impactos y posterior clasificación de las aguas de los ríos Guadalquivir y Camacho, se adopta el contenido mínimo manifestado en el Art. 4° del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente, que indica *"la clasificación de los cuerpos de agua, […]. Esta documentación contendrá como mínimo: Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos los parámetros básicos, fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor, investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas, condiciones biológicas, estudio de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a cantidad y calidad de las descargas".* (Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica)

Rescatando de este artículo, se tiene que es obligatorio realizar las siguientes actividades:

1. Análisis de la calidad del agua
2. Investigación sobre el uso actual de los ríos
3. Investigación sobre la contaminación natural y antrópica
4. Análisis de las condiciones biológicas
5. Estudio de las fuentes contaminantes y su probable evolución en el futuro

Utilizando las actividades propuestas el RMCH, se pueden identificar los impactos ambientales producidas en los Ríos Camacho y Guadalquivir.

3.1.1. Análisis de la calidad hídrica

3.1.1.1.Selección de puntos de muestreo

Durante la planificación se realizaron reuniones con todo el equipo interinstitucional, para la identificación y selección de los puntos de muestreo, selección de parámetros y capacitaciones sobre los protocolos de monitoreo.

Además, se recibieron capacitaciones sobre las metodologías que se implementarían durante el proyecto de manera teórica y práctica.

Una de las labores principales de la planificación fue la selección de los puntos de monitoreo, por lo tanto, con apoyo de todo el equipo interinstitucional, se llevó a cabo la selección y siguiendo el protocolo presentado para este caso.

En un primer momento se identificaron dos puntos sobre el Río Guadalquivir, cuatro sobre el Río Camacho y uno en el Río Alisos, por lo cual se acudió al lugar para observar y analizar el entorno, además de analizar el acceso al sitio y para obtener las coordenadas del punto. Se realizaron también la toma de parámetros in situ, de Temperatura (°C) y Conductividad Eléctrica (µS/cm).

Tabla III.1. Primera identificación de puntos de muestreo

N°	Nombre de la estación	Municipio	X	Y	Altura (msnm)	T (°C)	CE (us/cm)
1	ANCON CHICO Río Guadalquivir	Uriondo	327326	7603316	1699	17.3	66.6
2	EL ANGOSTO Río Guadalquivir	Uriondo	334391	7599073	1657	19.4	156.3
3	PUENTE ALISOS Río Alisos	Uriondo	315009	7586816	1883		87
4	SALADILLO-SAN ANTONIO Río Camacho	Uriondo	323064	7595077	1766	17.7	145.7
5	CONFLUENCIA CAMACHO GUADALQUIVIR Río Camacho	Uriondo	331851	7600969	1689	19.6	201
6	LA HUERTA Río Camacho	Padcaya	300462	7575532	2288		
7	AGUAS ABAJO CHAGUAYA Río Camacho	Padcaya	311969	7582131	1942	18.9	85.4

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En el primer monitoreo realizado en octubre de 2017, se encontró que el río Alisos (ALI01) no contaba con aguas superficiales por lo que se cambió el punto en ese río a un punto sobre el río Camacho, cercano al río Alisos, respetando los criterios de selección de puntos de monitoreo.

Por lo cual los puntos finales seleccionados para los muestreos, fueron los siguientes:

Tabla III.2. Selección final y codificación de los puntos de monitoreo

Código	Nombre del Punto	Río	Municipio
GUA07	Ancón Chico	Guadalquivir	Uriondo
GUA08	El Angosto	Guadalquivir	Uriondo
CAM01	La Huerta	Camacho	Padcaya
CAM02	Chaguaya	Camacho	Padcaya
CAM03	Unión Alisos y Camacho	Camacho	Uriondo
CAM04	Cruce Saladillo/Almendros	Camacho	Uriondo
CAM05	Desembocadura en el Río Guadalquivir	Camacho	Uriondo

Fuente: Elaboración propia (2018)

Estos puntos de monitoreo serán utilizados para continuar con un sistema de vigilancia, a partir del sistema de monitoreo, que tenga como línea base toda la información recaba en este Proyecto de Grado, a cargo de las instituciones competentes como los GAM de Uriondo y Padcaya, el GAD de Tarija y el MMAyA.

3.1.1.2.Georreferenciación de los puntos de monitoreo

3.1.1.2.1. Punto GUA07

El punto GUA07 denominado “Ancón Chico”, se encuentra sobre el Río Guadalquivir, en la comunidad de Ancón Chico, Municipio de Uriondo.

Sus coordenadas son:

X: 327304 Y: 7673202 Zona UTM: 20K Alt (msnm): 1714

Cuadro III.1. GUA07











Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.1.2.2. Punto GUA08

El punto GUA08 denominado “El Angosto”, se encuentra sobre el Río Guadalquivir, en la comunidad de La Ventolera, Municipio de Uriondo.

Sus coordenadas son:

X: 334348 Y: 7599103 Zona UTM: 20K Alt (msnm): 1608

Cuadro III.2. GUA08











Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.1.2.3. Punto CAM01

El punto CAM01 llamado “La Huerta”, se encuentra sobre el Río Camacho, en la comunidad de La Huerta, Municipio de Padcaya.

Sus coordenadas son:

X: 300442 Y: 7575519 Zona UTM: 20K Alt (msnm): 2305

Cuadro III.3. CAM01











Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.1.2.4. Punto CAM02

El punto CAM02 denominado “Chaguaya”, se encuentra sobre el Río Camacho, en la comunidad de Chaguaya, Municipio de Padcaya.

Sus coordenadas son:

X: 311969 Y: 7582154 Zona UTM: 20K Alt (msnm): 1958

Cuadro III.4. CAMO2











Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.1.2.5. Punto CAM03

El punto CAM03 denominado “Unión Alisos y Camacho”, se encuentra sobre el Río Camacho, en la comunidad de Juntas, Municipio de Uriondo.

Sus coordenadas son:

X: 314857 Y: 7586718 Zona UTM: 20K Alt (msnm): 1874

Cuadro III.5. CAM03











Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.1.2.6. Punto CAM04

El punto CAM04 denominado “Cruce Saladillo/Almendros”, se encuentra sobre el Río Camacho, en la comunidad de San Antonio de Chocloca, Municipio de Uriondo.

Sus coordenadas son:

X: 327304 Y: 7673202 Zona UTM: 20K Alt (msnm): 1714

Cuadro III.6. CAM04











Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.1.2.7. Punto CAM05

El punto CAM05 denominado “Desembocadura en el Río Guadalquivir”, se encuentra sobre el Río Camacho, en la comunidad del Valle de Concepción, Municipio de Uriondo.

Sus coordenadas son:

X: 331458 Y: 7600877 Zona UTM: 20K Alt (msnm): 1677

Cuadro III.7. CAM05



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.1.3.Primer monitoreo, octubre 2017

El primer monitoreo se realizó la tercera semana de octubre de 2017, se respetaron los protocolos sobre muestreo de aguas superficiales.

Este monitoreo es caracterizado por encontrarse en la época de estiaje, por lo que en el punto CAM05 no se encontraron aguas superficiales representativas. Este río no se encontraba continuo, con lo cual, se lograba identificar que en ciertas partes este se escurría y rebrotaba en otros, determinando así que estas aguas se iban a bolsones subterráneos.

El resto del monitoreo se llevó con normalidad.

El archivo fotográfico sobre esta actividad se puede encontrar en el ***ANEXO D.***

La certificación de la participación en este monitoreo, se encuentra dada por un certificado otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, además de cartas de agradecimiento de los Gobiernos Autónomos Municipales de Uriondo y Padcaya, respaldos que se encuentran en el ***ANEXO E*.**

3.1.1.4.Segundo monitoreo, mayo 2018

El segundo monitoreo se realizó la segunda semana de mayo en 2018, nuevamente con apoyo de todo el equipo interinstitucional.

En este monitoreo se pudo hacer el muestreo en todos los puntos predeterminados, se cumplieron además con los protocolos establecidos y todas las actividades ocurrieron con normalidad.

El archivo fotográfico sobre este monitoreo se puede encontrar en el ***ANEXO D.***

La certificación de la participación en este monitoreo, se encuentra dada por un certificado otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, además de cartas de agradecimiento de los Gobiernos Autónomos Municipales de Uriondo y Padcaya, respaldos que se encuentran en el ***ANEXO E*.**

3.1.2. Uso actual del agua

3.1.2.1.Uso actual del agua de los ríos Guadalquivir y Camacho, en el Municipio de Uriondo

El Municipio de Uriondo, como parte del Valle Central al igual que los otros tres municipios que lo conforman posee potencial agrícola, por el hecho de contar con

tierras aptas para el desarrollo de sistemas de producción intensiva en cultivo de hortalizas y frutales, vid, leche y forraje, todos estos productos con proyección de crecimiento por constituir materia prima para la agroindustria. Ha sido identificado que el uso de agua para riego no solo va para cultivos en las riberas del río, sino es desviado mediante tomas de agua a lo largo del río, de manera indiscriminada y sin contar con planificación, por lo cual no respeta la conservación del caudal mínimo ecológico que deberían poseer los ríos. También el agua de los ríos es empleada como abrevadero de animales, que son liberados por dueños para pastorear. Es muy bajo el uso que se les da a estas aguas para consumo humano y abastecimiento industrial. Las aguas del Río Guadalquivir dentro del Municipio de Uriondo, son utilizadas sobre todo para el riego, mediante tomas de agua, como abrevadero de animales y, en época de verano, llega a ser un referente como aguas de recreación. ***(Tabla III.3.)***

Tabla III.3. Uso del agua en el Río Guadalquivir, Municipio de Uriondo

Código	Nombre	Consumo Humano	Riego	Abrevadero de animales	Abastecimiento industrial	Recreación	Fotografía
AOP023	Toma de agua "Ancón Chico I"		x	x		x	
AOP024	Toma de agua "Ancón Chico II"		x	x			
AOP025	Toma de agua "Ancón Chico III"		x	x			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Estas tomas de agua, llegar a ser algunas construcciones planificadas y otras, solo desvíos del agua de río para cultivos y/o otras actividades, su georreferenciación y descripción se encuentra en el ***Anexo F*****.**

Las aguas del Río Camacho dentro del Municipio de Uriondo, son utilizadas para sobre todo para riego, en la producción de frutas y hortalizas a través de tomas de agua y también se emplea como abrevadero de animales. ***(Tabla III.4.)***

Tabla III.4. Uso del agua en el Río Camacho, Municipio de Uriondo

Código	Nombre	Consumo Humano	Riego	Abrevadero de animales	Abastecimiento industrial	Recreación	Fotografía
AOP007	Toma de agua "Chocloca I y San Antonio de Chocloca"	Camacho	x	x			
AOP008	Toma de agua "Uhariguana y Barrientos"	Camacho	x	x			
AOP009	Toma de agua "Juntas"	Camacho	x	x			
AOP010	Toma de agua "Charaja I"	Camacho	x	x			
AOP011	Toma de agua "Charaja II"	Camacho	x	x			
AOP012	Toma de agua "San José de Charajas"	Camacho	x	x			
AOP013	Toma de agua "Muturayo"	Camacho	x	x			
AOP014	Toma de agua "Calamuchita I"	Camacho	x	x			
AOP015	Toma de agua "Calamuchita II"	Camacho	x	x			
AOP016	Toma de agua "Valle"	Camacho	x	x			
AOP017	Toma de agua "La Higuera"	Camacho	x	x			
AOP018	Toma de agua "Colón Norte"	Camacho	x	x			
AOP019	Toma de agua "La Compañía"	Camacho	x	x	x		
AOP020	Toma de agua "Saladillo I"	Camacho	x	x			
AOP021	Toma de agua "Saladillo II"	Camacho	x	x			
AOP022	Toma de agua "Chocloca II"	Camacho	x	x			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Es considerable el número de tomas de agua a lo largo del Río Camacho, lo cual es un punto referente para establecer la razón de que no se encuentren aguas superficiales en la desembocadura del río en épocas de estiaje, perdiendo así su caudal mínimo ecológico.

3.1.2.2.Uso actual del agua del Río Camacho, en el Municipio de Padcaya

Las aguas superficiales del Río Camacho en su cabecera, comunidad de Rejará y La Huerta, presentan condiciones óptimas para consumo humano, por lo cual cuenta con tomas de agua para este uso. Las aguas superficiales del Río Camacho en su cabecera,

comunidad de Rejará y La Huerta, presentan condiciones óptimas para consumo humano, por lo cual cuenta con tomas de agua para este uso.

Las aguas también son utilizadas para riego de las parcelas agrícolas que se encuentran ubicadas en áreas colindantes al río y otras que son regadas por sistemas de riego que se alimentan de estas aguas. Los cultivos varían de acuerdo a las características de la zona, de manera que se han identificado los siguientes cultivos: vid, maíz, tomate, hortalizas, frutales, papa y leguminosas. El otro uso que se le da, es la captación de agua para consumo humano y finalmente son usadas para consumo animal o ganado (vacuno, ovino, caprino), animales y aves silvestres de la zona. En algunos puntos se ha identificado que las personas usan los espacios del río para el lavado de ropa y de vehículos. En pocos lugares se pudo observar que el uso que le dan también a este cuerpo de agua es para abastecimiento para distintos tipos de obras, agua que es captada mediante el bombeo a cisternas que sirven para el traslado hasta los puntos de trabajo.

Existen dos proyectos de microriego y una toma de agua dirigida hacia la Comunidad de “El Mollar”.

3.1.3. Condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas

3.1.3.1. Contaminación producida de manera natural del Río Guadalquivir

El Río Guadalquivir, no es afectado en gran medida por contaminación producida de manera natural. Esta contaminación es estacional y se genera en mayor proporción debido a las fuertes lluvias que generan grandes escorrentías con arrastre de material, arena y limo. Luego se tiene la contaminación por las aves, animales silvestres y el ganado que deambula por sus márgenes y lecho de los ríos y afluentes.

3.1.3.2. Contaminación antrópica del Río Guadalquivir

En el Municipio de Uriondo, debido a la cultura agrícola, la principal fuente de contaminación antrópica se da a través del uso de agroquímicos en los cultivos, estos llegan al agua del Río Guadalquivir por lixiviación de los suelos. Otra fuente de contaminación, es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la comunidad de

Calamuchita, que no cuenta con un buen sistema para tratar sus aguas residuales, las cuales llegan al Río Guadalquivir con un bajo tratamiento

3.1.3.2.1. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “Calamuchita”

Actividad principal: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: x: 0334285 y: 7598883 Alt: 1672 m.s.n.m.

Categorización de la AOP: Sin Categoría

Comunidad/localidad: Calamuchita Municipio: Uriondo

Provincia: Avilés Departamento: Tarija

Ubicación y descargas:

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografía de la zona:

Cuadro III.8. PTAR de "Calamuchita"



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.3.3.Contaminación producida de manera natural del Río Camacho

En la comunidad de Rejará se está empezando a investigar fuentes de cianuro, debido a los niveles detectados en análisis de calidad de agua. Se identifica también la contaminación por las aves, animales silvestres y el ganado que deambula por sus márgenes y lecho de los ríos y afluentes.

3.1.3.4.Contaminación antrópica del Río Camacho

Las cinco Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales instaladas a través de este río, generan un gran impacto en torno a la contaminación de las aguas del Río Camacho, además, las actividades agrícolas que se benefician de las aguas del Río Camacho, contaminan estas aguas mediante lixiviados producidos por agentes químicos plaguicidas. Se cuenta además con dos industrias a lo largo de este río que son posibles contribuidores de los niveles de contaminación antrópica, los cuales no tienen reguladas sus descargas.

Las fuentes contaminantes directas e indirectas identificadas en el Río Camacho son las siguientes:

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “Cañas”
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “Chaguaya”
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “Chocloca”
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “San Antonio de Chocloca”
- Procesadora de Lácteos “San Nicolás”
- Bodegas y Viñedos de “La Concepción”, S.A.
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “El Valle de Concepción”, administrada por el GAM Uriondo.

A continuación, se presentan las fichas de identificación de las fuentes contaminantes a lo largo del Río Camacho.

3.1.3.4.1. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “Cañas”

Actividad principal: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: x: 0309133 y: 7577539 Alt: 2036 m.s.n.m.

Categorización de la AOP: Sin categoría

Comunidad/localidad: Cañas Municipio: Padcaya

Provincia: Arce Departamento: Tarija

Ubicación y descargas:

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografía de la zona:

Cuadro III.9. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañas



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.3.4.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “Chaguaya”

Actividad principal: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: x: 0311757 y: 7581367 Alt: 1957 m.s.n.m.

Categorización de la AOP: Sin Categoría

Comunidad/localidad: Chaguaya Municipio: Padcaya

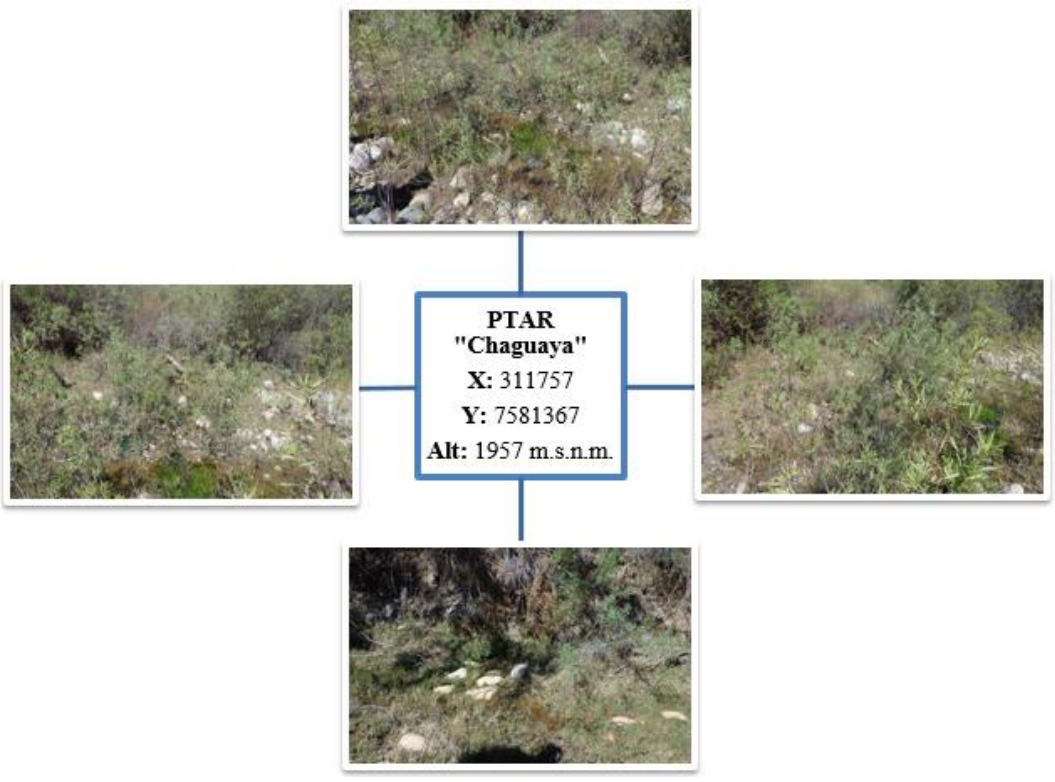
Provincia: Arce Departamento: Tarija

Ubicación y descargas:

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografía de la zona:

Cuadro III.10.Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chaguaya



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.3.4.3. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “Chocloca”

Actividad principal: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: x: 0321161 y: 7599589 Alt: 1805 m.s.n.m.

Categorización de la AOP: Sin categoría

Comunidad/localidad: Chocloca Municipio: Uriondo

Provincia: Avilés Departamento: Tarija

Ubicación y descargas:

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografía de la zona:

Cuadro III.11. PTAR de "Chocloca"



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.3.4.4. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “San Antonio de Chocloca”

Actividad principal: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: x: 0321742 y: 7595332 Alt: 1840 m.s.n.m.

Categorización de la AOP: Sin categoría

Comunidad/localidad: San Antonio de Chocloca Municipio: Uriondo

Provincia: Avilés Departamento: Tarija

Ubicación y descargas:

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografía de la zona:

Cuadro III.12. PTAR de "San Antonio de Chocloca"



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.3.4.5. Procesadora de Lácteos “San Nicolás”

Actividad principal: Procesamiento de lácteos

Ubicación de la AOP: x: 0318374 y: 7621383 Alt: 1644 m.s.n.m.

Categorización de la AOP: Sin categoría

Comunidad/localidad: San Nicolás Municipio: Uriondo

Provincia: Avilés Departamento: Tarija

Ubicación y descargas

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografías de la AOP

Cuadro III.13. Procesadora de Lácteos "San Nicolás"



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.3.4.6. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de “El Valle de Concepción”

Actividad principal: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: x: 0321742 y: 7595332 Alt: 1840 m.s.n.m.

Categorización de la AOP: Sin categoría

Comunidad/localidad: El Valle de la Concepción Municipio: Uriondo

Provincia: Avilés Departamento: Tarija

Ubicación y descargas:

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografía de la zona:

Cuadro III.14. PTAR de "El Valle de Concepción"



Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.3.4.7. Bodegas y Viñedos de La Concepción, S.A.

Actividad principal: Vitivinicultura

Ubicación de la AOP: x: 327207.6 y: 7599666.4

Categorización de la AOP:

Comunidad/localidad: La Compañía Municipio: Uriondo

Provincia: Avilés Departamento: Tarija

Ubicación y descargas

No se cuenta con información sobre los tipos de descarga, residuos sólidos, cantidad, capacidad actual y consumo de agua.

Fotografía de la zona:

No se pudo acceder a la zona.

3.1.4. Evaluación de las condiciones biológicas

3.1.4.1.Evaluación de las condiciones biológicas del Río Camacho

La evaluación de condiciones biológicas, se realizó en paralelo al muestreo de aguas para la calidad hídrica, bajo el protocolo establecido en la "Guía de evaluación de condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos" del Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Luego en laboratorios proporcionados por la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UAJMS, se realizó la identificación de cada macroinvertebrado con ayuda de un microscopio y la guía mencionada, sin contar con inconvenientes.

En el primer monitoreo en octubre de 2017, la evaluación arroja los resultados de la ***Tabla III.5***.

El segundo monitoreo realizado en mayo de 2018 presenta los resultados reflejados en la ***Tabla III.6.***

Tabla III.5. Resultados del primer monitoreo de condiciones biológicas en el Río Camacho

Código del Punto	Nombre	Municipio	Puntuación	Condición biológica	Interpretación
CAM01	La Huerta	Padcaya	50	Dudosa	Aguas contaminadas
CAM02	Chaguaya	Padcaya	64	Aceptable	Con efecto de contaminación
CAM03	Unión Alisos y Camacho	Uriondo	35	Crítica	Aguas muy contaminadas
CAM04	Cruce Saladillo/Almendros	Uriondo	56	Dudosa	Aguas contaminadas
CAM05	Desembocadura en el Río Guadalquivir	Uriondo			

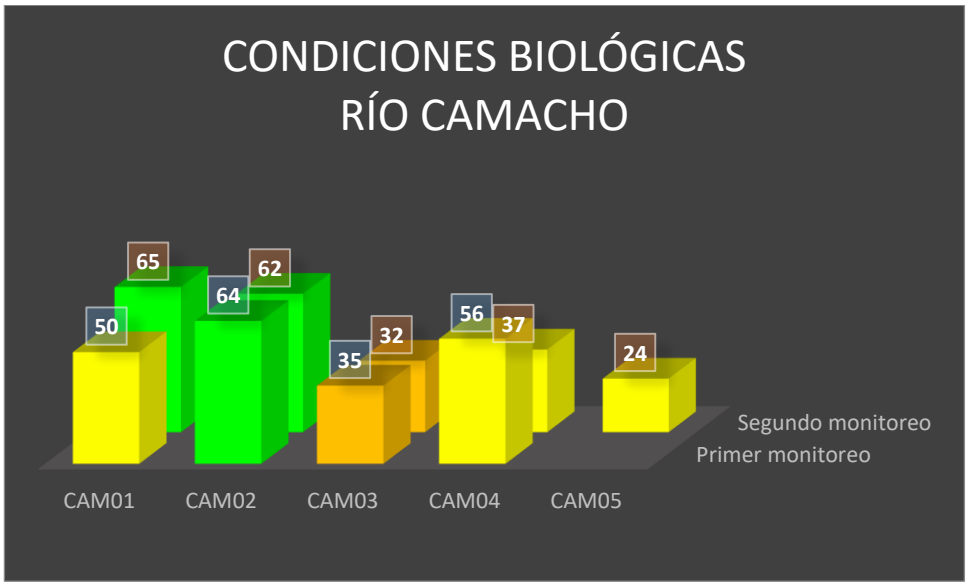
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.6. Resultados del segundo monitoreo de condiciones biológicas en el Río Camacho

Código del Punto	Nombre	Municipio	Puntuación	Condición biológica	Interpretación
CAM01	La Huerta	Padcaya	65	Aceptable	Con efecto de contaminación
CAM02	Chaguaya	Padcaya	62	Aceptable	Con efecto de contaminación
CAM03	Unión Alisos y Camacho	Uriondo	32	Crítica	Aguas muy contaminadas
CAM04	Cruce Saladillo/Almendros	Uriondo	37	Dudosa	Aguas contaminadas
CAM05	Desembocadura en el Río Guadalquivir	Uriondo	24	Dudosa	Aguas contaminadas

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico III-1. Comparación de condiciones biológicas en el Río Camacho



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Como se observa, solo en el punto CAM01 varían las condiciones biológicas, mejorando en el segundo monitoreo; en el resto de puntos, se mantienen constantes las evaluaciones.

3.1.4.2.Evaluación de las condiciones biológicas del Río Guadalquivir

Los resultados obtenidos de la evaluación de condiciones biológicas en el primer monitoreo, octubre de 2017, se presentan en la **Tabla III.7.**

Los resultados del segundo monitoreo sobre la evaluación de las condiciones biológicas, se presentan en la **Tabla III.8.**

Tabla III.7. Resultados del primer monitoreo de condiciones biológicas en el Río Guadalquivir

Código del Punto	Nombre	Municipio	Puntuación	Condición biológica	Interpretación
GUA07	Ancón Chico	Uriondo	19	Crítica	Aguas muy contaminadas
GUA08	El Angosto	Uriondo	33	Dudosa	Aguas contaminadas

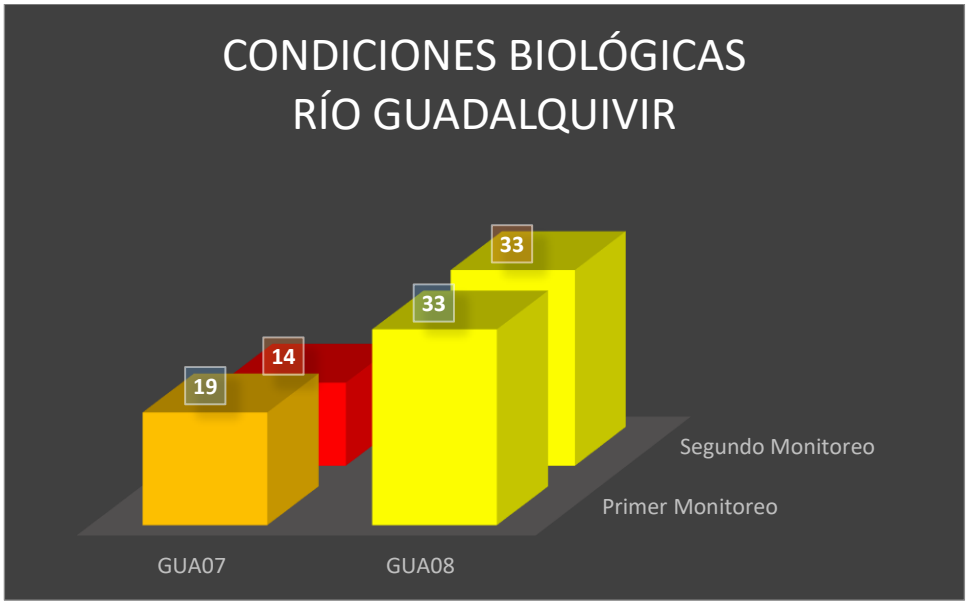
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.8. Resultados del segundo monitoreo de condiciones biológicas en el Río Guadalquivir

Código del Punto	Nombre	Municipio	Puntuación	Condición biológica	Interpretación
GUA07	Ancón Chico	Uriondo	14	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
GUA08	El Angosto	Uriondo	33	Dudosa	Aguas contaminadas

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico III-2. Comparación de condiciones biológicas en el Río Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Se observa, que en el punto GUA07, las condiciones biológicas empeoran en el segundo monitoreo.

3.2.Cuantificación del impacto ambiental

Las muestras de aguas superficiales obtenidas en los monitoreos del 19 de octubre 2017 y del 9 de mayo 2018, tuvieron parámetros procesados en campo, algunos fueron llevados al Laboratorio CEANID de la UAJMS y otros se enviaron al Laboratorio Espectrolab de la Ciudad de Oruro, estos análisis fueron contratados por los GAM de Uriondo y Padcaya, el GAD Tarija y el MMAyA.

Alineando ya estos resultados a la clasificación de aguas superficiales según el RMCH, se representa que las casillas en color azul señalan los parámetros dentro de Clase “A”; las de color verde, se encuentran en Clase “B”; las de color amarillo, son de Clase “C”; las de naranja, en Clase “D”, por último, las de rojo, indican que sobrepasan los límites de calidad.

3.2.1. Análisis de la calidad del agua en el Río Guadalquivir

Los resultados obtenidos durante los dos monitoreos para el Río Guadalquivir son los presentados en las siguientes tablas.

Los respaldos de las fichas de campo están en el **Punto 1 del Anexo G**, los respaldos del Laboratorio CEANID están en el **Punto 2 del Anexo G** el respaldo del Laboratorio Espectrolab están en el **Punto 3 del Anexo G**, los respaldos de la cuantificación del caudal del SENAMHI están en el **Punto 4 del Anexo G** y los respaldos de la cuantificación del caudal del SIMA (OTN – PB) están en el **Punto 5 del Anexo G.**

Los parámetros básicos fueron tomados en campo, basados en la guía “Monitoreo de la Calidad Hídrica de Cuerpos Superficiales” del MMAyA. ***Tabla III.9.***

Tabla III.9. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Guadalquivir. Parte I

DATOS GENERALES							PARÁMETROS BÁSICOS					
Código	Nombre	Comunidad	Este	Norte	Zona	Elevación	CE	OD	pH	SSed	T	Turb
			M	m	UTM	msnm	µS/cm	%	-	mL/L	°C	NTU
Primer Monitoreo												
GUA07	Ancón Chico	Ancón Chico	327294	7603215	21 K	1699	294	82.8	7.43	0	21.1	73.55
GUA08	El Angosto	Calamuchita, La Ventolera	334348	7599103	22 K	1659	147.5	93	7.11	0	22.3	39.71
Segundo Monitoreo												
GUA 07	Ancón Chico	Ancón Chico	327304	7603202	20 K	1714	85.5	108.7	8	0	23.6	11.3
GUA 08	El Angosto	Calamuchita, La Ventolera	334348	7599103	20 K	1608	180.6	110.1	8.14	0.005	22.6	28

Fuente: Elaboración propia, (2018).

No se tienen observaciones de esta tabla.

Tabla III.10. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Guadalquivir. Parte II

DATOS GENERALES		C. INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES									
Código	**Nombre**	**As Total**	**Ca Total**	**Cd Total**	**Cr VI**	**Cr III**	**Fe Total**	**Hg Total**	**Pb Total**	**Na Total**	**Zn Total**
		mg/L	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**
Primer Monitoreo											
GUA07	Ancón Chico	0.01*	15.4*	< 0.00012*			**2.88***	< 0.000084*	< 0.0014*	34.7*	< 0.02*
GUA08	El Angosto	0.009*	11*	< 0.00012			**1.4***	< 0.000084*	< 0.0014*	28.7*	< 0.02*
Segundo Monitoreo											
GUA 07	Ancón Chico	< 0.002**	8.01**	**< 0.05****	< 0.005**	< 0.03**		< 0.001**	< 0.03**	6.88**	< 0.05**
GUA 08	El Angosto	< 0.002**	16.03**	**< 0.05****	< 0.005**	< 0.03**		< 0.001**	< 0.03**	14.16**	< 0.05**

(*) Análisis realizados por el Laboratorio CEANID

(**) Análisis realizados por el Laboratorio Spectrolab

Fuente: Elaboración propia, (2018).

El resultado de Cadmio obtenido mediante el laboratorio Spectrolab no se clasifica debido a que el límite de determinación está por encima de la clasificación crítica.

Tabla III.11. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Guadalquivir. Parte III

DATOS GENERALES		C. INORGÁNICOS NO METÁLICOS					C. ORGÁNICOS AGREGADOS		C. MICROBIOLÓG	
Código	Nombre	CN_	Cl_	PO43_	N (T)	SO42_	DBO5	DQO	Colifecal	Caudal
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg O2/L	mg O2/L	NMP/100mL	m3/S
Primer Monitoreo										
GUA07	Ancón Chico	< 0.02*	31.28*	**3.29***	6.19*	19.88*	26*	35*		0.776***
GUA08	El Angosto	< 0.02*	15.1*	0.66*	1.07*	16.02*	4.9*	18*		1.077***
Segundo Monitoreo										
GUA 07	Ancón Chico	< 0.02*	2.92*	0.5*	0.79*	< 1*	6*	14*	2100*	1.135****
GUA 08	El Angosto	< 0.02*	5.96*	0.87*	0.47*	18.93*	4.9*	18*	**15000***	*

(*) Análisis realizados por el Laboratorio CEANID

(***) Resultados entregados por el SENAMHI

(****) Resultados entregados por el SIMA perteneciente a la OTN - PB

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.12. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Guadalquivir. Parte IV

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS									
Código	**Nombre**	**Aldrin**	**Clordano**	**DDT**	**Endrin**	**Endos**	**HepCl**	**EHepCl**	**Lindano**	**MeCl**	**Paration**
		µg/L	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**
Primer Monitoreo											
GUA07	Ancón Chico	<0.00423*	<0.000695*	<0.000779*	**<0.00664***	<0.00188*	<0.00207*	<0.00141*	<0.0105*	<0.000779*	**<0.0062***
GUA08	El Angosto	<0.00404*	<0.000664*	<0.000744*	**<0.00634***	<0.00179*	<0.00197*	<0.00135*	<0.01*	<0.000774*	**<0.00592***
Segundo Monitoreo											
GUA 07	Ancón Chico	<0.0057*	<0.000937*	<0.00105*	**<0.00895***	<0.00441*	<0.00278*	<0.0019*	<0.0142*	<0.00105*	**<0.00835***
GUA 08	El Angosto	<0.0057*	<0.000937*	<0.00105*	**<0.00895***	<0.00403*	<0.00278*	<0.0019*	<0.0142*	<0.00105*	**<0.00835***

(*) Análisis realizados por el Laboratorio CEANID

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.2.2. Análisis de la calidad del agua en el Río Camacho

Los resultados obtenidos durante los dos monitoreos para el Río Guadalquivir son los presentados en las siguientes tablas.

Los respaldos de las fichas de campo están en el **Punto 1 del Anexo G,** los respaldos del Laboratorio CEANID están en el **Punto 2 del Anexo G**, el respaldo del Laboratorio Espectrolab están en el **Punto 3 del Anexo G**, los respaldos de la cuantificación del caudal del SENAMHI están en el **Punto 4 del Anexo G** y los respaldos de la cuantificación del caudal del SIMA (OTN – PB) están en el **Punto 5 del Anexo G.**

En el primer monitoreo solo se cuenta con los resultados de plaguicidas en el punto CAM03, debido a que el Viceministerio de Medio Ambiente y Agua, no contaba con el presupuesto para los análisis de los demás puntos (CAM01, CAM02, CAM04), información que no fue advertida hasta el momento de recibir los resultados.

Los parámetros básicos fueron tomados en campo, basados en la guía “Monitoreo de la Calidad Hídrica de Cuerpos Superficiales” del MMAyA. ***Tabla III.***

Tabla III.13. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte I

DATOS GENERALES							PARÁMETROS BÁSICOS					
Código	**Nombre**	**Comunidad**	**Este**	**Norte**	**Zona**	**Elevación**	**CE**	**OD**	**pH**	**SSed**	**T**	**Turb**
			m	**m**	**UTM**	**M**	**µS/cm**	**%**	**-**	**mL/L**	**°C**	**NTU**
Primer Monitoreo												
CAM 01	La Huerta	La Huerta	300462	7575532	20 K	2286	96	98	7.46	0	16.9	0
CAM 02	Chaguaya	Chaguaya	312000	7582228	20 K	1958	146	103.8	7.87	0	19.6	4
CAM03	Unión Río Alisos y Río Camacho	Juntas	314937	7586552	20 K	1876	147	96.7	8.07	0	17.5	1.34
CAM04	Saladillo/Almendros	San Antonio de Chocloca	323049	7595052	20 K	1766	402	91.1	7.87	0	19.6	33.18
CAM 05	Desembocadura Río Camacho	Valle de Concepción	331458	7600877	20 K	1677						
Segundo Monitoreo												
CAM 01	La Huerta	La Huerta	300462	7575532	20 K	2286	64.1	111.9	7.83	0	17.2	1.5
CAM 02	Chaguaya	Chaguaya	312000	7582228	20 K	1958	82.9	107.3	8.07	0	23	1.7
CAM 03	Unión Río Alisos y Río Camacho	Juntas	314857	7586718	20 K	1874	86	102.3	7.74	0	22.3	1.78
CAM 04	Saladillo/Almendros	San Antonio de Chocloca	322948	7594986	20 K	1761	113.4	103.7	8.26	0	25.9	3.4
CAM 05	Desembocadura Río Camacho	Valle de Concepción	331458	7600877	20 K	1677	187.9	112.1	8.53	0	22.3	4

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.14. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte II

DATOS GENERALES		C. INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES									
Código	**Nombre**	**As Total**	**Ca Total**	**Cd Total**	**Cr VI**	**Cr III**	**Fe Total**	**Hg Total**	**Pb Total**	**Na Total**	**Zn Total**
		mg/L	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**
Primer Monitoreo											
CAM 01	La Huerta	<0.00061*	8.36*	<0.00012*			<0.06*	<0.000084*	<0.0014*	8.11*	<0.02*
CAM 02	Chaguaya	<0.00061*	10.5*	<0.00012*			0.12*	<0.000084*	<0.0014*	25*	<0.02*
CAM03	Unión Río Alisos y Río Camacho	<0.00061*	10.3*	<0.00012*			<0.06*	<0.000084*	<0.0014*	11.1*	<0.02*
CAM04	Saladillo/Almendros	<0.00061*	24.8*	<0.00012*			0.35*	<0.000084*	<0.0014*	37.6*	<0.02*
Segundo Monitoreo											
CAM 01	La Huerta	<0.002**	10.42**	<0.05**	<0.005**	<0.03**		<0.001**	<0.03**	4.23	<0.05**
CAM 02	Chaguaya	<0.002**	10.82**	<0.05**	<0.005**	<0.03**		<0.001**	<0.03**	2.81	<0.05**
CAM 03	Unión Río Alisos y Río Camacho	<0.002**	12.42**	<0.05**	<0.005**	<0.03**		<0.001**	<0.03**	4.23	<0.05**
CAM 04	Saladillo/Almendros	<0.002**	12.42**	<0.05**	<0.005**	<0.03**		<0.001**	<0.03**	6.36	<0.05**
CAM 05	Desembocadura Río Camacho	<0.002**	18.43**	<0.05**	<0.005**	<0.03**		<0.001**	<0.03**	12.88	<0.05**

(*) Análisis realizados por el Laboratorio CEANID

(**) Análisis realizados por el Laboratorio Spectrolab

Fuente: Elaboración propia, (2018).

El resultado de Cadmio obtenido por el Laboratorio Spectrolab no se clasifica debido a que el límite de determinación está por encima de la clasificación crítica.

Tabla III.15. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte III

DATOS GENERALES		C, INORGÁNICOS NO METÁLICOS					C. ORGÁNICOS AGREGADOS		C. MICROBIOLÓG	
Código	Nombre	CN_	Cl_	PO4 (T)	N (T)	SO4	DBO5	DQO	Colifecal	Caudal
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg O2/L	mg O2/L	NMP/100mL	m3/S
Primer Monitoreo										
CAM 01	La Huerta	<0.02*	9.71*	0.11*	0.6*	13.6*	2.7*	7*		0.477***
CAM 02	Chaguaya	<0.02*	8.09*	0.48*	1.39*	20.09*	2.7*	12*		0.311***
CAM03	Unión Río Alisos y Río Camacho	<0.02*	8.63*	0.11*	0.59*	13.6*	4.3*	8*		0.061***
CAM04	Saladillo/Almendros	<0.02*	25.89*	0.26*	0.76*	38.82*	1*	5*		0.051***
CAM 05	Desembocadura Río Camacho									0***
Segundo Monitoreo										
CAM 01	La Huerta	**1.25***	2.86*	**1.26***	**42***	216*	19.3*	22.5*	4600*	0.447****
CAM 02	Chaguaya	<0.02*	0.73*	0.03*	0.16*	14.6*	3.8*	7*	4600*	1.967****
CAM 03	Unión Río Alisos y Río Camacho	<0.02*	0.97*	0.03*	0.17*	13.92*	21*	**125***	4600*	0.749****
CAM 04	Saladillo/Almendros	<0.02*	2.19*	0.05*	0.39*	16.71*	1*	28*	43*	1.515****
CAM 05	Desembocadura Río Camacho	<0.02*	7.06*	0.03*	0.24*	24.7*	6.5*	11*	150*	2.108****

(*) Análisis realizados por el Laboratorio CEANID

(***) Resultados entregados por el SENAMHI

(****) Resultados entregados por el SIMA perteneciente a la OTN - PB

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.16. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte IV

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS									
Código	**Nombre**	**Aldrin**	**Clordano**	**DDT**	**Endrin**	**Endos**	**HepCl**	**EHepCl**	**Lindano**	**MeCl**	**Paration**
		µg/L	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**	**µg/L**
Primer Monitoreo											
CAM 01	La Huerta										
CAM 02	Chaguaya										
CAM 03	Unión Río Alisos y Río Camacho										
CAM 04	Saladillo/Almendros	<0.00417 *	<0.000685 *	<0.000679 *	**<0.00655 ***	0.00185*	<0.00204 *	<0.00139 *	<0.0104 *	<0.000769 *	**<0.00611 ***
CAM 05	Desembocadura Río Camacho										
Segundo Monitoreo											
CAM 01	La Huerta	<0.00541 *	<0.000889 *	<0.000998 *	**<0.0085***	0.00444*	<0.00264 *	<0.0018*	<0.0135 *	<0.000998 *	**<0.00793 ***
CAM 02	Chaguaya	<0.00588 *	<0.000967 *	<0.83*	**<0.00924 ***	0.00261*	<0.00288 *	<0.00196 *	<0.0146 *	<0.00108*	**<0.00863 ***
CAM 03	Unión Río Alisos y Río Camacho	<0.00441 *	<0.000725 *	0.0175*	**<0.00693 ***	0.0056*	<0.00216 *	<0.0147*	<0.011*	<0.000814 *	**<0.00647 ***
CAM 04	Saladillo/Almendros	<0.00451 *	<0.000742 *	0.0175*	**<0.00709 ***	0.000211 *	<0.00221 *	<0.0015*	<0.0112 *	<0.000814 *	**<0.00647 ***
CAM 05	Desembocadura Río Camacho	<0.00455 *	<0.000747 *	0.0424*	**<0.00714 ***	0.00473*	<0.00222 *	<0.00152 *	<0.0113 *	<0.000838 *	**<0.00667 ***

(*) Análisis realizados por el Laboratorio CEANID **Fuente:** Elaboración propia, (2018).

3.3.Análisis de la situación ambiental

Para identificar los impactos ambientales observados en los puntos de muestreo, se utilizaron las siguientes tablas, donde se presentan el factor y el atributo del impacto, el efecto y las observaciones.

Tabla III.17 Impactos ambientales en el punto La Huerta, CAM01

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL		EFECTO	OBSERVACIONES
	FACTOR	ATRIBUTO		
CAM – 01	Agua	La carga orgánica reflejada en la DBO5 y reporte de Coliformes fecales	Se generan procesos anaerobios, alta eutrofización, malos olores y aguas altamente contaminadas.	Se estima que la calidad del agua se ve afectada por el ganado y animales silvestres.
		Heces de animales	Disminución de la calidad de agua con materia fecal de animales	La presencia de ganado vacuno, domésticos y silvestres es libre sin ningún tipo de control.
		Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del Río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico.
	Suelo	Heces de animales	Contaminación por heces en las márgenes del río.	Se observa la presencia de ganado vacuno y silvestre.
	Aire	Emisión de olores	No detectado.	Se observa un ambiente limpio

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.18. Impactos ambientales en el punto Chaguaya, CAM02

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL		EFECTO	OBSERVACIONES
	FACTOR	ATRIBUTO		
CAM – 02	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Eutrofización Pérdida de biodiversidad acuática	Si bien desde el punto de Cañas se incorporan fuentes contaminantes de aguas residuales domésticas, debido a la pendiente que presenta el lecho del Río se generan procesos de oxigenación, lo que favorece la oxidación de la materia orgánica.
		Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del Río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico.
	Suelo	Heces de animales	Contaminación de las márgenes del río	Estos luego son arrastrados hasta el mismo cauce del Río por el viento y cuando existen crecidas en la época de lluvias.
	Aire	Emisión de olores	Detección del olor del agua	Las aguas residuales provenientes del PTAR Cañas se sienten en las aguas de río

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.19. Impactos ambientales en el punto Unión Alisos y Camacho, CAM03

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL		EFECTO	OBSERVACIONES
	FACTOR	ATRIBUTO		
CAM - 03	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Eutrofización	Se reduce la calidad del agua, por la descarga sin tratamiento previo de aguas residuales principalmente domiciliares, de comunidades que no cuentan con sistemas de tratamiento pero tienen alcantarillado.
			Pérdida de biodiversidad acuática	
		Extracción de áridos	Compactación del lecho y generación de bancos de préstamo que dejan grandes huecos	Este tipo de actividades se realizan, pese a estar prohibidas
	Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Contaminación de las márgenes del Río	Estos luego son arrastrados al mismo cauce cuando existen crecidas en la época de lluvias.
	Aire	Emisión de olores	No se detectan malos olores en los alrededores	Se observa un ambiente limpio

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.20. Impactos ambientales en el punto Cruce Saladillo/Almendros, CAM04

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL		EFECTO	OBSERVACIONES
	FACTOR	ATRIBUTO		
CAM – 04	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Eutrofización Aguas contaminadas	Se reduce la calidad del agua, por la descarga de aguas residuales principalmente por las descargas de aguas residuales de las comuniaddes establecidas aguas arriba y que descargan de PTARs que no tienene mantenimiento y operan de manera deficiente.
		Desvió del agua para riego y consumo humano	Reducción de caudal	Afecta el caudal mínimo ecológico.
	Suelo	Extracción de áridos, Heces de animales y aves en las riveras del Río	Degradación del suelo Contaminación de los márgenes del río	No hay un adecuado seguimiento a la extracción de áridos. Los residuos sólidos son arrastrados por el viento y las escorrentías al cauce del río.
	Aire	Emisión de olores	No se detectan malos olores en los alrededores	Se observa un ambiente limpio

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.21. Impactos ambientales en el punto Desembocadura en el Río Guadalquivir, CAM05

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL		EFECTO	OBSERVACIONES
	FACTOR	ATRIBUTO		
CAM – 05	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Eutrofización	La PTAR del Valle de Concepción descargan sus aguas muy cerca de este punto, las cuales no cuentan con los valores aptos para las descargas en el río.
			Aguas contaminadas	
		Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	Afecta el caudal mínimo ecológico.
	Suelo	Extracción de áridos, Heces de animales y aves en las riveras del Río	Degradación del suelo	No hay un adecuado seguimiento a la extracción de áridos.
			Contaminación de los márgenes del río	Los residuos sólidos son arrastrados por el viento y las escorrentías al cauce del río.
	Aire	Emisión de olores	No se detectan malos olores en los alrededores	Se observa un ambiente limpio

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.22. Impactos ambientales en el punto Ancón Chico, GUA07

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL		EFECTO	OBSERVACIONES
	FACTOR	ATRIBUTO		
GUA - 07	Agua	Existe elevada carga orgánica reflejada en la DBO_5, DQO y nutrientes, elevado reporte de CF, etc.	Se generan procesos anaerobios, alta eutrofización, malos olores y aguas altamente contaminadas.	Las aguas se encuentran en un estado muy crítico debido a las descargas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Tarija, las cuales junto a las de Matadero Municipal y las curtiembres se descargan sobre las aguas del río Guadalquivir, a ello se suma la presencia de residuos sólidos, heces de animales vacuno y domésticos, lo cual configura un entorno altamente negativo en este punto del Río Guadalquivir.
		Heces de animales	Disminución de la calidad de agua con materia fecal de animales	La presencia de ganado vacuno, domésticos y silvestres es libre sin ningún tipo de control.
		Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del Río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico.
	Suelo	Heces de animales	Contaminación de Residuaos sólidos en las márgenes del río, aumentan nutrientes	Se observa la presencia de ganado vacuno, ovino, doméstico y silvestre.
	Aire	Emisión de olores	Se detectan malos olores en los alrededores, característico de aguas residuales.	Debido a las aguas residuales de la PTAR del Valle de Concepción

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla III.23. Impactos ambientales en el punto El Angosto, GUA08

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL		EFECTO	OBSERVACIONES
	FACTOR	ATRIBUTO		
GUA – 08	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Eutrofización	Si bien desde el punto de Ancón Chico no se incorporan nuevas e importantes fuentes contaminantes, debido a la pendiente que presenta el lecho del río se generan procesos de oxigenación, lo que favorece la oxidación de la materia orgánica y ello se refleja en una relativa mejora de los indicadores que nos muestran una mejor calidad del agua..
		Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico.
	Suelo	Residuos sólidos, heces de animales	Contaminación de las márgenes del río	Estos luego son arrastrados hasta el mismo cauce del río por el viento y cuando existen crecidas en la época de lluvias.
	Aire	Emisión de olores	No se detectan malos olores	Se observa un ambiente limpio.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

CAPÍTULO IV

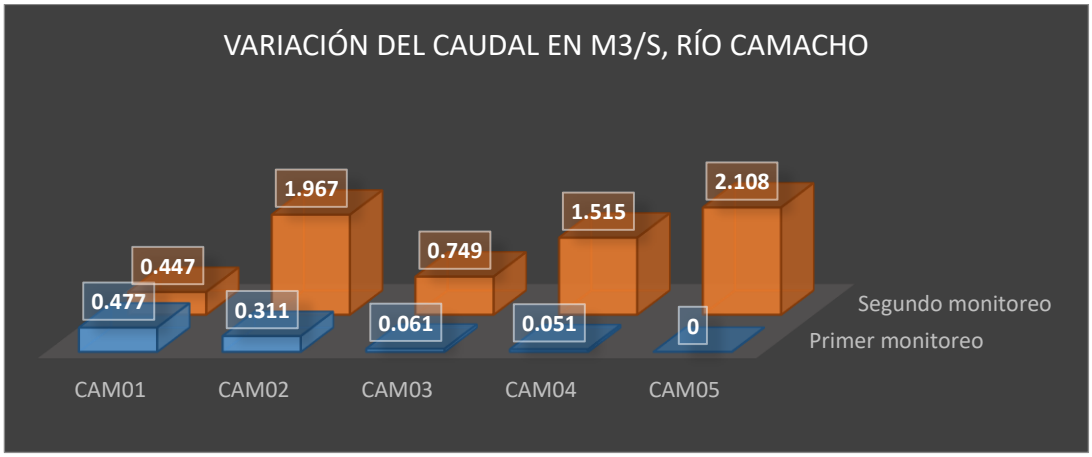
IV. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

4.1.Análisis de la variación de caudal

El caudal ha sido un factor fundamental en las campañas, observándose un bajo caudal en el primer monitoreo y un caudal más apreciable en el segundo monitoreo.

Por lo cual, la variación de los caudales según los puntos de muestreo fue la siguiente en el Río Camacho:

Gráfico IV-1. Variación del caudal en el Río Camacho

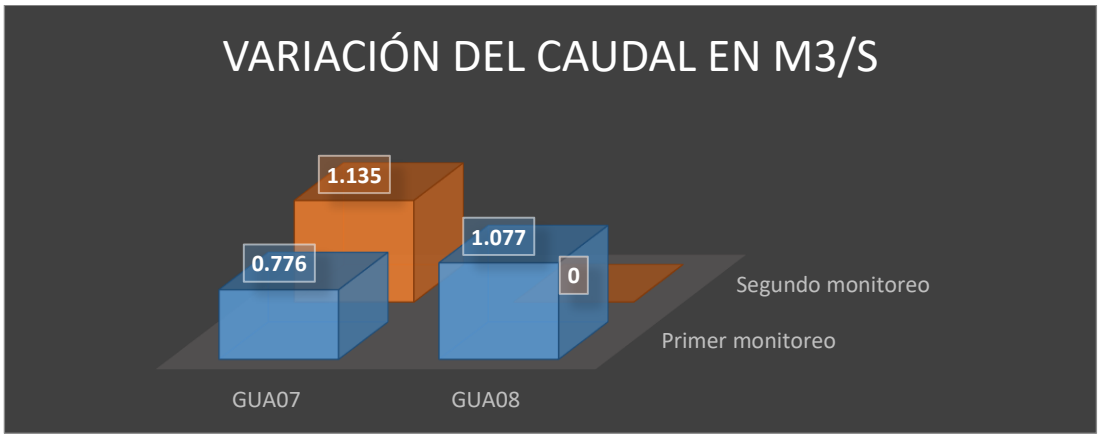


Fuente: Elaboración propia, (2018).

Se puede observar como en el primer monitoreo el caudal disminuye tanto, hasta no encontrarse agua en el punto CAM05, ubicado a la altura de la desembocadura en el Río Guadalquivir. Mientras que en el segundo monitoreo, el caudal tiene variantes debido a las desviaciones por tomas de agua para riego, pero encontrándose en todos los puntos caudal.

Mientras que la variación de caudal en el Río Guadalquivir, fue la siguiente:

Gráfico IV-2. Variación del caudal en el Río Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia, (2018).

En el segundo monitoreo el SIMA, reportó como inaccesible la medición de caudal con mollinete en el punto GUA08, por lo cual no se tiene el caudal correspondiente. Se observa, sin embargo, que el caudal está siempre presente.

4.2.Análisis de los resultados obtenidos sobre calidad hídrica por puntos

Del muestreo de agua en las dos campañas de monitoreo, se obtuvieron treinta y cuatro parámetros sobre calidad de agua, seis sobre parámetros básicos, diez sobre componentes metálicos y metaloides, cinco sobre componentes inorgánicos no metálicos, dos sobre componentes orgánicos, diez sobre constituyentes plaguicidas y uno sobre componentes microbiológicos. De estos parámetros se debe tener especial tratamiento con los PARÁMETROS BÁSICOS indicados en el Art. 6 del RMCH, los cuales son: *DBO5; DQO; Colifecales NMP; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; Dieldrín; DDT; Endrín; Malatión; Paratión.*

Ningún de estos parámetros básicos, debe pasar el límite máximo admisible de la clase de agua que corresponda asignarse al río.

A continuación, se presenta un análisis por cada punto y por monitoreo, donde se indica la clasificación a la que corresponde cada parámetro, haciendo énfasis en los parámetros básicos. Se recuerda también que 17 parámetros forman parte de los básicos

y 17 son parámetros complementarios.

Algunas observaciones que se hacen a los resultados obtenidos para tomar en cuenta al momento de realizar la clasificación por puntos son las siguientes:

- El resultado del cadmio en el segundo monitoreo, se encuentra debajo del límite de determinación, y con este resultado se indica como crítica su clasificación, por lo cual se descarta porque el límite de determinación no está por encima de los límites de clasificación en tipo A, B, C o D.
- Endrín y Paratión, solo entran en una de las 4 clases (A, B, C o D), cuando su valor es 0.

4.2.1. CAM01

Tabla IV.1. Clasificación de parámetros en CAM01

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros básicos	Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Fosfato Total; Mercurio; Plomo.	DQO; DBO5.			
Parámetros complementarios	Conductividad Eléctrica; pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Calcio; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos.				
Segundo monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Mercurio; Cromo hexavalente; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT.		DQO; DBO5	Coliformes NMP	Cianuros; Fosfato Total; Endrín; Paration
Parámetros complementarios	Conductividad Eléctrica; pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Cromo trivalente; Calcio; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro				Nitrógeno Total

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.2.2. CAM02

Tabla IV.2. Clasificación de parámetros en CAM02.

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Mercurio; Plomo.	DBO5; fosfato Total	DQO		
Parámetros complementarios	pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Calcio; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos.	Conductividad Eléctrica			
Segundo monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT.	DBO5; DQO		Colifecales NMP	Endrín; Palation
Parámetros complementarios	pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Calcio; Cromo Trivalente; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro	Conductividad Eléctrica			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.2.3. CAM03

Tabla IV.3. Clasificación de parámetros en CAM03.

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Fosfato Total; Mercurio; Plomo.	DQO; DBO5			
Parámetros complementarios	pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Calcio; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos.	Conductividad Eléctrica			
Segundo monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT.			Colifecales NMP; DBO5	DQO; Endrín; Paration
Parámetros complementarios	Conductividad Eléctrica; pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Calcio; Cromo Trivalente; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro				

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.2.4. CAM04

Tabla IV.4. Clasificación de parámetros en CAM04.

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros básicos	DBO5; DQO; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT				Endrín; Paration.
Parámetros complementarios	pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Calcio; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro	Turbidez; Hierro Soluble	Conductividad Eléctrica		
Segundo monitoreo					
Parámetros básicos	DBO5; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT	Colifecales NMP	DQO		Endrín; Paration
Parámetros complementarios	Conductividad Eléctrica; pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Calcio; Cromo Trivalente; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro				

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.2.5. CAM05

Tabla IV.5. Clasificación de parámetros en CAM05.

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Segundo monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo.	DBO5; DQO; Colifecales NMP			Endrín*; Paration*
Parámetros complementarios	Sólidos Sedimentables; Temperatura; Turbidez; Calcio; Cromo Trivalente; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos.	Conductividad Eléctrica; pH			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.2.6. GUA07

Tabla IV.6. Clasificación de parámetros en GUA07.

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT.		DQO	DBO5	Fosfato Total; Endrín*; Palation*
Parámetros complementarios	pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Calcio; Sodio; Zinc; Cloruros; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro	Conductividad Eléctrica; Turbidez, Nitrógeno Total			Hierro Soluble
Segundo monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cianuros; Cromo Hexavalente; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT.	Fosfato Total	DQO; DBO5	Coliformes NMP	Endrín*; Palation*
Parámetros complementarios	Conductividad Eléctrica; pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Calcio; Cromo Trivalente; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro	Turbidez			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.2.7. GUA08

Tabla IV.7. Clasificación de parámetros en GUA08.

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT.	DBO5	Fosfato Total; DQO		Paration; Endrín.
Parámetros complementarios	pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Calcio;; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro	Conductividad Eléctrica; Turbidez			Hierro Soluble
Segundo monitoreo					
Parámetros básicos	Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cianuros; Cromo Hexavalente; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; DDT.	DBO5	Fosfato Total; DQO		Endrín; Palation; Colifecales NMP
Parámetros complementarios	pH; Sólidos Sedimentables; Temperatura; Calcio; Cromo Trivalente; Hierro Soluble; Sodio; Zinc; Cloruros; Nitrógeno Total; Sulfatos; Endos; Heptacloro; Epóxido de Heptacloro; Lindano; Metoxicloro	Conductividad Eléctrica; Turbidez			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

4.3.Clasificación actual de los cuerpos de agua

Se adopta la clasificación por punto de monitoreo seleccionado, según el análisis de calidad de agua y el Cuadro A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, que indica la clasificación en Clase “A”, Clase “B”, Clase “C” y Clase “D”.

4.3.1. Clasificación de los puntos en el Río Camacho

Se omiten los parámetros clasificados en Clase Crítica, por lo tanto, la clasificación por puntos para el primer monitoreo es la siguiente:

Tabla IV.8. Clasificación por puntos en el primer monitoreo, Río Camacho

Punto	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
CAM01		X		
CAM02			x	
CAM03		X		
CAM04			x	
CAM05				

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Por lo tanto, estas aguas adoptan una aptitud de uso de Clase “C” lo que les permite ser: *CLASE “C” Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.*

En el segundo monitoreo la clasificación de los puntos sobre el Río Camacho es la siguiente:

Tabla IV.9. Clasificación por puntos en el segundo monitoreo, Río Camacho

Punto	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
CAM01				X
CAM02				X
CAM03				X
CAM04			x	
CAM05		X		

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Mientras que para el segundo monitoreo, la clasificación cambia a Clase “D” por lo tanto su aptitud de uso es: *Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en*

los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

4.3.2. Clasificación de los puntos en el Río Guadalquivir

La clasificación por puntos en el primer monitoreo en el Río Guadalquivir, es la siguiente:

Tabla IV.10. Clasificación por puntos en el primer monitoreo, Río Guadalquivir

Punto	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
GUA07				X
GUA08			x	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Estos resultados, lo califican en Clase "D", por lo que sus aptitudes de uso son: *Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.*

Mientras que en el segundo monitoreo, la clasificación por puntos se da de la siguiente manera:

Tabla IV.11. Clasificación por puntos en el segundo monitoreo, Río Guadalquivir

Punto	**Clase "A"**	**Clase "B"**	**Clase "C"**	**Clase "D"**
GUA07				X
GUA08			X	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

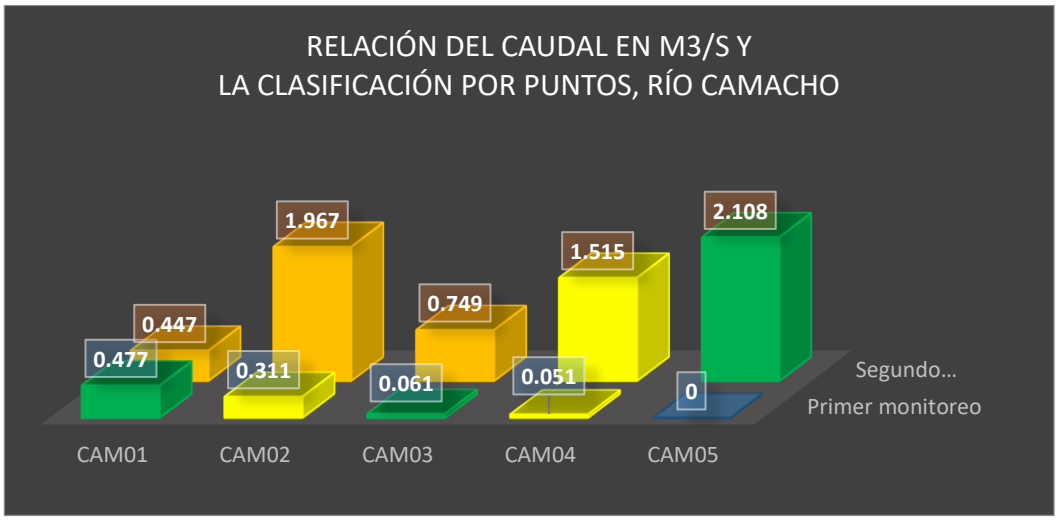
La clasificación por parámetros otorga la Clase "D", entonces la aptitud de uso es la siguiente; *Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, pues pueden*

tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

4.4.Relación de la clasificación por puntos y el caudal

La relación entre la clasificación por puntos obtenida y el caudal presente por campaña de monitoreo, indica que no hay proporcionalidad entre tener mayor caudal y tener una mejor calidad hídrica.

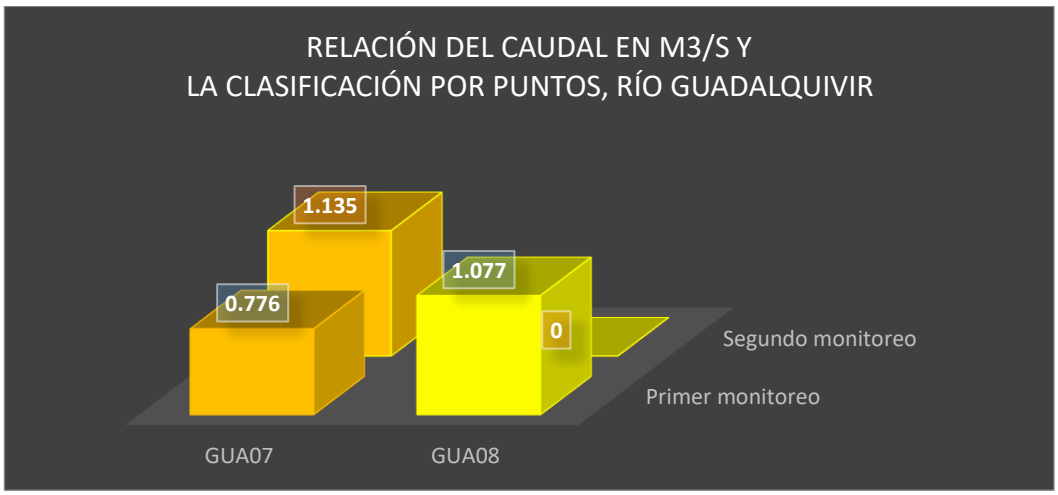
Gráfico IV-3. Relación de la clasificación por puntos y el caudal, en el Río Camacho



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Mientras que en el Río Guadalquivir la relación es la siguiente:

Gráfico IV-4. Relación de la clasificación por puntos y el caudal, en el Río Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia, 2018

CAPÍTULO V

V. ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

Las siguientes tablas expresan las medidas de mitigación que se deben realizar de acuerdo a los impactos ambientales analizados en las áreas de los puntos de monitoreo.

Tabla V.1. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM01

Impacto Ambiental			Medida de Mitigación y Prevención	Prioridad	Plazo de implementación	Fecha de Inicio	Fecha de Conclusión	Fecha de revisión o inspección
Código	**Factor**	**Atributo**						
CAM01	Agua	La carga orgánica reflejada en la DBO_5, DQO y reporte de CF	Evitar la presencia de animales en la zona	Media	1 año	01/01/2019	01/01/2020	06/06/2020
		Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales.	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2020	06/01/2020
		Desvió del agua para riego	Generar políticas públicas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/2019	01/01/2020	06/01/2020
	Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales.	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Aire	Sin detección de olores	No se tiene					

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla V.2. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM02

Impacto Ambiental			Medida de Mitigación y Prevención	Prioridad	Plazo de implementación	Fecha de Inicio	Fecha de Conclusión	Fecha de revisión o inspección
Código	**Factor**	**Atributo**						
CAM02	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO_5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar Los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Domiciliares en Cañas Chaguaya y poblaciones menores	Media	3 años	01/01/2019	01/01/2022	06/06/2022
			Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Aire	Sin detección de olores	No se tiene					

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla V.3. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM03

Impacto Ambiental			Medida de Mitigación y Prevención	Prioridad	Plazo de implementación	Fecha de Inicio	Fecha de Conclusión	Fecha de revisión o inspección
Código	**Factor**	**Atributo**						
CAM03	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO_5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar PTARs en las comunidades ubicadas aguas arriba, realizar mantenimiento en las existentes, en cumplimiento a la normativa ambiental	Media	2 años	01/01/2019	31/12/2020	06/01/2021
			Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Suelo	Extracción de áridos	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
		Residuos sólidos, Heces de animales	Evitar descargas de aguas y residuos sólidos	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla V.4. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM04

Impacto Ambiental			Medida de Mitigación y Prevención	Prioridad	Plazo de implementación	Fecha de Inicio	Fecha de Conclusión	Fecha de revisión o inspección
Código	**Factor**	**Atributo**						
CAM04	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO_5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar y realizar el mantenimiento de las PTAR que operan en la zona, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	Media	2 año	01/01/2019	31/12/2020	06/01/2021
			Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Suelo	Compactacón, formación de canalizacones por extracción de	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa.	Media	1año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
			Implementar letreros de advertencia y sanciones					
	Aire	Malos olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla V.5. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM05

Impacto Ambiental			Medida de Mitigación y Prevención	Prioridad	Plazo de implementación	Fecha de Inicio	Fecha de Conclusión	Fecha de revisión o inspección
Código	**Factor**	**Atributo**						
CAM05	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO_5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar y realizar el mantenimiento de las PTAR que operan en la zona, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	Media	2 años	01/01/2019	31/12/2020	06/01/2021
			Generar políticas públicas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Suelo	Compactacón, formación de canalizacones por extracción de	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa.	Media	1año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
			Implementar letreros de advertencia y sanciones					
	Aire	Malos olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla V.6. Medidas de mitigación y prevención del punto GUA07

Impacto Ambiental			Medida de Mitigación y Prevención	Prioridad	Plazo de implementación	Fecha de Inicio	Fecha de Conclusión	Fecha de revisión o inspección
Código	**Factor**	**Atributo**						
GUA07	Agua	Existe elevada carga orgánica reflejada en la DBO_5, DQO y nutrientes, elevado reporte de CF, etc.	Implementar los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales domiciliarias	Media	3 años	01/01/2019	01/01/2022	06/06/2022
		Desvió del agua para riego, heces de animales	Registrar los desvíos de agua para riego	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
			Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales.	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Aire	Malos olores	Reducir las descargas de Aguas y residuos sólidos en las márgenes y lecho de los ríos	Baja	2 años	01/01/2019	31/12/2020	06/01/2021

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla V.7. Medidas de mitigación y prevención del punto GUA08

Impacto Ambiental			Medida de Mitigación y Prevención	Prioridad	Plazo de implementación	Fecha de Inicio	Fecha de Conclusión	Fecha de revisión o inspección
Código	**Factor**	**Atributo**						
GUA08	Agua	Emisión de olores	Implementar Los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Domiciliares e Industriales	Media	3 años	01/01/2019	01/01/2022	06/06/2022
		Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/2019	31/12/2019	06/01/2020
	Aire	Malos olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	2 años	01/01/2019	31/12/2020	06/01/2021

Fuente: Elaboración propia, (2018).

CAPÍTULO VI

VI. SISTEMA DE SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL

En las siguientes tablas se presenta un Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para cada punto de monitoreo.

Tabla VI.1. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM01. Parte I

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación de Puntos de muestreo	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
CAM - 01	Agua	La carga orgánica reflejada en la DBO_5, DQO y reporte de CF	Evitar la presencia de animales en la zona	LA HUERTA Camacho X: 300462 Y: 7575532	Verificación de DBO_5, DQO Y CF en Clase C	DBO5 <20 DQO <40 CF <5000 y <1000	Semestral	1000	Equipo técnico Municipio	Evitar la disminución de la calidad de los cuerpos de agua por aguas residuales
			Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales.		Presencia de animales	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse presencia de animales
		Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Canales de derivación	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.2. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM01. Parte II

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación de Puntos de muestreo	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
CAM - 01	Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales.	LA HUERTA Camacho X: 300462 Y: 7575532	Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	500	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse presencia de animales
	Aire	No se detectaron malos olores	No se tiene		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar malos olores

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.3. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM02.

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
CAM02	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO_5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar Los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Domiciliares en Cañas Chaguaya y poblaciones menores	AGUAS ABAJO CHAGUAYA Camacho **X:** 312000 Y: 75822228	Verificación de DBO_5, DQO Y CF en Clase C	DBO5 <20 DQO <40 CF <5000 y <1000	Semestral	1000	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la descarga de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
			Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
	Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	500	Equipo técnico Municipio	Evitar la presencia de animales.
	Aire	Sin detección de olores	No se tiene		-	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.4. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM03. Parte I

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
CAM – 03	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO_5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar PTARs en las comunidades ubicadas aguas arriba, realizar mantenimiento en las existentes, en cumplimiento a la normativa ambiental	UNIÓN RÍO CAMACHO – RÍO ALISOS X: 314937 Y: 7586552	Verificación de DBO5, DQO Y CF en Clase C	DBO5 <20 DQO <40 CF <5000 y <1000	Semestral	1000	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la descarga de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
		Extracción de áridos, Heces de animales en las riveras del Río	Implementar letreros de advertencia y sanciones		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.5. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM03. Parte II

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	Factor	Atributo								
CAM – 03	Suelo	Extracción de áridos	Implementar letreros de advertencia y sanciones	UNIÓN RÍO CAMACHO – RÍO ALISOS X: 314937 Y: 7586552	Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	500	Equipo técnico Municipio	Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación.
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.6. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM04. Parte I

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
CAM – 04	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar y realizar el mantenimiento de las PTAR que operan en la zona, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	ALMENDROS – SALADILLO – SAN ANTONIO Río Camacho X: 323049 Y: 7595052	Verificación de DBO5, DQO Y CF en Clase C	DBO5 <20 DQO <40 CF <5000 y <1000	Semestral	1000		Las industrias deben cumplir con descargas de aguas residuales de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
		Desvió del agua para riego y consumo humano. Disminución de caudal	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.7. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM04. Parte II

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	Factor	Atributo								
CAM – 04	Suelo	Compactación, formación de canalizaciones por extracción de	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa.	ALMENDROS – SALADILLO –SAN ANTONIO Río Camacho X: 323049 Y: 7595052	Verificación visual del entorno		Semestral	500	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse la degradación del suelo.
			Implementar letreros de advertencia y sanciones							Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación
	Aire	Malos olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.8. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM05. Parte I

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
CAM – 05	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar y realizar el mantenimiento de las PTAR que operan en la zona, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	DESEMBO-CADURA EN EL RÍO GUADAL-QUIVIR Río Camacho X: 331458 Y: 7600877	Verificación de DBO5, DQO Y CF en Clase C	DBO5 <20 DQO <40 CF <5000 y <1000	Semestral	1000		Las industrias deben cumplir con descargas de aguas residuales de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
		Desvió del agua para riego y consumo humano. Disminución de caudal	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.9. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM05. Parte II

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
CAM – 05	Suelo	Compactación, formación de canalizaciones por extracción de	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa.	DESEMBO-CADURA EN EL RÍO GUADAL-QUIVIR Río Camacho X: 331458 Y: 7600877	Verificación visual del entorno		Semestral	500	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse la degradación del suelo.
			Implementar letreros de advertencia y sanciones							Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación
	Aire	Malos olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.10. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA07. Parte I

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
GUA – 07	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO_5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar Los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Domiciliares	ANCÓN CHICO Rio Guadalquivir X: 327294 Y: 7603215	Verificación de DBO5, DQO Y CF en Clase C	DBO5 <20 DQO <40 CF <5000 y <1000	Semestral	1000	Equipo técnico Municipio	Evitar la disminución de la calidad de los cuerpos de agua por aguas residuales
		Desvió del agua para riego Heces de animales	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río.		Canales desvío del agua	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.11. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA07. Parte II

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
GUA – 07	Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales	ANCÓN CHICO Rio Guadalquivir X: 327294 Y: 7603215	Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	500	Equipo técnico Municipio	Evitar la disminución de la calidad de los cuerpos de agua por materia fecal.
	Aire	Malos olores	Reducir las descargas de Aguas y residuos sólidos en las márgenes y lecho de los ríos		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar malos olores

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.12. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA08. Parte I

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	Factor	Atributo								
GUA – 08	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO5, DQO, Coliformes fecales y CE.	Implementar Los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Domiciliares e Industriales	EL ANGOSTO Río Guadalquivir **X:** 334348 Y: 7599103	Verificación de DBO5, DQO Y CF en Clase C	DBO5 <20 DQO <40 CF <5000 y <1000	Semestral	1000	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la descarga de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
		Desvío de agua para riego y consumo humano	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla VI.13. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA08. Parte II

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación del Punto	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Presupuesto requerido	Responsable	Observaciones
Código	**Factor**	**Atributo**								
GUA – 08	Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones	EL ANGOSTO Río Guadalquivir **X:** 334348 Y: 7599103	Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	500	Equipo técnico Municipio	Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación
	Aire	Malos olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	50	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

Fuente: Elaboración propia, (2018).

CAPÍTULO VII

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.Conclusiones

- La clasificación de las aguas superficiales según el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, concluyó que el Río Camacho que atraviesa los Municipios de Uriondo y Padcaya, en el primer monitoreo se clasifica según su aptitud de uso como Clase "C", mientras que en el segundo monitoreo cambia a Clase "D". En el Río Guadalquivir que atraviesa el Municipio de Uriondo, en ambos monitoreos presenta Clase "D".
- Se investigó sobre estudios previos de la Cuenca del Río Guadalquivir, haciendo énfasis en la "Auditoría sobre la Contaminación Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir" y la "Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir", que brindaron excelente información, clasificando los cuerpos de agua mediante el Índice de Calidad del Agua, el Índice de Contaminación Orgánica y la Evaluación de Condiciones Biológicas.
- La línea base creada contempla 35 parámetros, integrando los parámetros básicos exigidos por el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica para la clasificación de cuerpos de agua, además, se define que es conveniente si cada monitoreo realiza cada seis meses, por las variaciones de caudal.
- En cada campaña de monitoreo se realizó el muestreo de las aguas superficiales con pruebas en campo que siguen protocolos establecidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, también se aseguró que las muestras lleguen a los laboratorios en estado óptimo, además, el proceso de evaluación de condiciones biológicas cumplió con los protocolos establecidos.
- Mediante las evaluaciones ambientales, se encontró que las descargas de las 5 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales ubicadas en cercanía a los Ríos Camacho y Guadalquivir que atraviesan los Municipios de Uriondo y Padcaya, generan altos niveles de contaminación por su falta de mantenimiento. La reducción de caudal se debe a la falta de planificación respecto a las tomas de

agua para riego, lo que deriva en una peligrosa disminución del caudal ecológico.

- Se reunió toda la información solicitada por el Art. 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, con lo cual se inicia la consolidación de una base de datos que sirva para continuar con el sistema de monitoreo y progresar hacia un sistema de vigilancia.
- La información generada y sistematizada de este proyecto, está contribuyendo con el "Proyecto de Monitoreo y Clasificación de aguas superficiales en la Cuenca del Valle Central de Tarija", mediante un informe elaborado y presentado a los Municipios de Uriondo y Padcaya.

7.2.Recomendaciones

- Continuar con el Sistema de Monitoreo y creando además un Sistema de Vigilancia, con colaboración de estudiantes de la UAJMS en coordinación con las demás instituciones públicas correspondientes.
- Se recomienda a los Municipios de Uriondo y Padcaya empezar con la aplicación de las medidas de mitigación y prevención para contrarrestar la contaminación hídrica de los Ríos Camacho y Guadalquivir.
- Se recomienda una mejor coordinación entre instituciones para la contratación de laboratorios para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.