

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, GOBIERNO AUTÓNOMO  
DEPARTAMENTAL DE TARIJA, GOBIERNOS AUTÓNOMOS  
MUNICIPALES DE SAN LORENZO, TARIJA, URIONDO Y PADCAYA,  
OFICINA TÉCNICA NACIONAL DE LOS RÍOS PILCOMAYO Y BERMEJO,  
ENTIDAD EJECUTORA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA Y  
COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO TARIJA**

**AUDITORÍA SOBRE LOS RESULTADOS DE LA GESTIÓN  
AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR**

**INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP11/S15-E1**



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL DE TARIJA, GOBIERNOS AUTÓNOMOS MUNICIPALES DE SAN LORENZO, TARIJA, URIONDO Y PADCAYA, OFICINA TÉCNICA NACIONAL DE LOS RÍOS PILCOMAYO Y BERMEJO, ENTIDAD EJECUTORA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA Y COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO TARIJA**

**AUDITORÍA SOBRE LOS RESULTADOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR**

**INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP11/S15-E1**

**ÍNDICE GENERAL**

1.	ANTECEDENTES. ....	1
2.	OBJETIVOS Y ALCANCES. ....	2
2.1	Los Términos de Auditoría. ....	2
2.2	Los objetivos y alcances específicos. ....	3
3.	CRITERIOS, MÉTODOS E INDICADORES. ....	15
3.1	Criterios del objetivo específico 1. ....	15
3.2	Criterios del objetivo específico 2. ....	25
4.	RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL OBJETIVO 1. ....	28
4.1	Estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir año 2008. ....	28
4.2	Estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir año 2015. ....	52
5.	RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL OBJETIVO 2. ....	85
5.1	Variación de la calidad del agua del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 a partir del índice ICA-NSF. ....	85
5.2	Variación del grado de contaminación orgánica del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 a partir del índice ICO modificado de Prati. ....	88
5.3	Variación de la calidad biológica del agua del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 a partir del índice BMWP/Bol. ....	95
5.4	Variación del crecimiento poblacional, industrial y de la actividad extractiva en la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015. ....	107
5.5	Variaciones en el sector industrial en la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015. ....	111
5.6	Variación en el servicio de alcantarillado sanitario en las poblaciones de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015. ....	117
5.7	Acciones realizadas, asociadas a la restauración de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015. ....	122
6.	RESULTADOS ASOCIADOS AL EFECTO. ....	130
6.1	Consecuencia real asociada al criterio 1 del objetivo específico 1. ....	131
6.2	Consecuencia real asociada al criterio 2 del objetivo específico 1. ....	135
6.3	Consecuencia real asociada al criterio 3 del objetivo específico 1. ....	137
6.4	Consecuencia real asociada al criterio 4 del objetivo específico 1. ....	138
6.5	Síntesis de las consecuencias reales en términos del objetivo específico 1. ....	139
6.6	Consecuencia real asociada al criterio del objetivo específico 2. ....	140

6.7	Consecuencias reales comunes a los dos objetivos específicos expresadas en términos de impactos ambientales en la cuenca del río Guadalquivir.....	147
6.8	Riesgos potenciales.....	152
7.	CAUSAS Y RECOMENDACIONES.....	154
7.1	Causa 1 - el río Guadalquivir no está clasificado.....	156
7.2	Causa 2 - ausencia de acciones de control a las actividades industriales que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones, por parte de las instancias ambientales municipales.....	162
7.3	Causa 3 - ausencia de acciones de control por parte del Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, a las plantas de tratamiento de aguas residuales y a las industrias a través de la verificación de los procedimientos técnico-administrativos de las instancias ambientales municipales. ....	166
7.4	Causa 4 - la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija, no cuenta con un registro completo de generadores de efluentes industriales que descarguen a las redes sanitarias o vaciaderos habilitados dentro su área de concesión. ....	169
7.5	Causa 5 - las industrias que vierten sus efluentes al alcantarillado sanitario no han sido clasificadas por COSAALT empleando criterios técnicos asociados a los efluentes industriales. ....	170
7.6	Causa 6 - los límites permisibles para la descarga de aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado sanitario, establecidos en los convenios suscritos, no son apropiados para las condiciones de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis. ....	173
7.7	Causa 7 - COSAALT no ha suscrito convenios con todas las industrias que vierten sus efluentes a la red de alcantarillado y los monitoreos realizados no han sido suficientes para mejorar la calidad de los efluentes industriales. ....	175
7.8	Causa 8 - falencias en los instrumentos normativos elaborados por los Gobiernos Autónomos Municipales de Tarija y Padcaya para la regulación de las actividades de aprovechamiento y extracción de áridos y agregados. ....	179
7.9	Causa 9 - ausencia de instrumentos normativos para la regulación del aprovechamiento y extracción de áridos y agregados en los municipios de Uriondo y San Lorenzo. ....	183
7.10	Causa 10 - ausencia de planes de manejo de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir.....	184
7.11	Causa 11 - los sistemas de tratamiento de aguas residuales, existentes en las comunidades de San Antonio, Calamuchita y Chocloca en el municipio de Uriondo, y las comunidades de Cañas y Chaguaya en el municipio de Padcaya, no han sido considerados por ninguno de los proyectos programas y planes elaborados para la cuenca del río Guadalquivir, destinados a realizar mejoras y/o la implementación de nuevos sistemas de tratamiento.....	187
7.12	Causa 12 - sistemas de tratamiento colapsados, sin que hayan podido realizar gestiones efectivas en casi una década. ....	193
7.13	Causa 13 - documentos incipientes y/o que no han sido de utilidad y/o aplicabilidad en la gestión integral de la cuenca del río Guadalquivir. ....	198
7.14	Causa 14 - el crecimiento poblacional no ha sido proporcional al crecimiento de la cobertura del servicio de alcantarillado en el municipio de Tarija. ....	203
8.	CONCLUSIONES.....	205
8.1	Conclusión del Objetivo Especifico 1.....	205
8.2	Conclusión del Objetivo Especifico 2.....	207
8.3	Conclusión General.....	208

## ÍNDICE DE CUADROS

N.º	Contenido	Pág.
2.1	Disposiciones normativas en el contexto general y específico de la auditoría	5
3.1	Criterio 1, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1	17
3.2	Escala de clasificación del ICA-NSF	18
3.3	Valores del Índice de Calidad del Agua (ICA) de acuerdo a la aptitud de uso	18
3.4	Criterios 2, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1	19
3.5	Criterios 3, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1	22
3.6	Criterios 4, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1	24
3.7	Criterio, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 2	26
4.1	Actividades industriales con IAA en el municipio de Tarija - año 2008	32
4.2	Características del efluente de la empresa EMBOL S. A. - 2008	32
4.3	Actividades industriales que suscribieron convenios con COSAALT hasta el año 2008	34
4.4	Reportes de los efluentes de la PTAR de San Luis - 2008	37
4.5	Reporte de los efluentes de la PTAR del municipio de San Lorenzo - 2012	38
4.6	Reporte de efluentes de la PTAR del Valle de la Concepción - municipio de Uriondo - 2012	39
4.7	Puntos de descarga directa de aguas residuales a cuerpos de agua en la cuenca del río Guadalquivir - 2008	39
4.8	Actividades industriales con IAA en el municipio de Tarija 2009-2015	59
4.9	Características del efluente de la empresa PIL TARIJA S. A. 2009-2015	60
4.10	Características del efluente de la empresa EMBOL S. A. 2009-2015	60
4.11	Características del efluente de la empresa Cervecería Boliviana Nacional S.A. 2009-2015	61
4.12	Características del efluente de la empresa Bodegas MILCAST S.R.L. 2009-2015	61
4.13	Características del efluente de la empresa Curtiembre San Juan 2009-2015	61
4.14	Actividades industriales con IAA en el municipio de San Lorenzo	62
4.15	Características del efluente de la empresa Matadero Avícola Rico Pollo – 2009-2015	62
4.16	Actividades industriales que suscribieron convenios con COSAALT	63
4.17	Reportes de los efluentes de la PTAR de San Luis 2009-2015	65
4.18	Reporte de los efluentes de la PTAR del municipio de San Lorenzo - 2015	66
4.19	Reporte de los efluentes de las PTAR del Valle de la Concepción y Calamuchita en el municipio de Uriondo – 2015	67
4.20	Empresas de áridos y agregados identificadas en el municipio de San Lorenzo - 2015	68
4.21	Empresas de áridos y agregados identificadas en el municipio de Tarija - 2015	69
4.22	Empresas de áridos y agregados identificadas en el municipio de Uriondo - 2015	70
4.23	Estado de adecuación de empresas para extraer áridos en el municipio de Tarija - 2015	71
5.1	Unidades de contaminación del índice modificado de Prati	88
5.2	Escala de clasificación del ICO modificado de Prati	88
5.3	Rangos de calidad asignados al BMWP/Bol por clase y calidad de agua	97
5.4	Descripción de las acciones realizadas asociadas a la restauración de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 - 2015	124
7.1	Calidad de los efluentes vertidos a la red de alcantarillado por las industrias con convenio	177

## ÍNDICE DE TABLAS

N.º	Contenido	Pág.
4.1	Pesos asignados a cada parámetro para el cálculo del ICA-NSF - 2008	29
4.2	Resultados del ICA – NSF en el río Guadalquivir - 2008	29
4.3	Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el área de concesión - 2008	44
4.4	Datos poblacionales municipio Tarija - 2008	44
4.5	Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el municipio de Tarija - 2008	45
4.6	Datos poblacionales municipio San Lorenzo - 2008	45
4.7	Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado del municipio de Uriondo - 2008	46
4.8	Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado del municipio Padcaya - 2008	46
4.9	Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado - municipio de Tarija-2008-2011	48
4.10	Industrias registradas e industrias conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales - municipio de Tarija-2008-2011	48
4.11	Industrias registradas e industrias conectadas alcantarillado - municipio San Lorenzo – 2008-2009	49
4.12	Industrias registradas e industrias conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales - municipio San Lorenzo-2008-2009	49
4.13	Volúmenes de aguas residuales colectadas y tratadas - municipio de Tarija - 2008	50
4.14	Volúmenes de aguas residuales colectadas - municipio de San Lorenzo - 2008	50
4.15	Resultados del ICA – NSF en el río Guadalquivir - año 2015	53
4.16	Resultados del ICA – NSF en el río Carachimayo - 2015	54
4.17	Resultados del ICA – NSF en el río Erquis - 2015	54
4.18	Resultados del ICA – NSF en el río Victoria - 2015	55
4.19	Resultados del ICA – NSF en el río Tolomosa - 2015	55
4.20	Resultados del ICA – NSF en el río Santa Ana - 2015	55
4.21	Resultados del ICA – NSF en el río Camacho - 2015	55
4.22	Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el área de concesión - 2015	76
4.23	Datos poblacionales municipio Tarija - 2015	77
4.24	Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el municipio de Tarija - 2015	77
4.25	Datos poblacionales municipio San Lorenzo - 2015	78
4.26	Datos poblacionales municipio de Uriondo - Valle de la Concepción - 2015	79
4.27	Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado municipio de Uriondo-2015	79
4.28	Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado del municipio Padcaya - 2015	79
4.29	Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado - municipio de Tarija - 2015	80
4.30	Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales municipio de Tarija - 2015	80
4.31	Industrias registradas e industrias conectadas alcantarillado municipio San Lorenzo - 2015	81
4.32	Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales municipio San Lorenzo - 2015	82
4.33	Volúmenes de aguas residuales colectadas y tratadas - municipio de Tarija - 2015	83
4.34	Volúmenes de aguas residuales colectadas municipio de San Lorenzo - 2015	83
5.1	Resultados ICO modificado de Prati en la cuenca del río Guadalquivir - 2008	90
5.2	Resultados ICO modificado de Prati en el río Guadalquivir - 2015	90

5.3	Determinación del ICO en el río Carachimayo - 2015	91
5.4	Determinación del ICO en el río Erquis - 2015	91
5.5	Determinación del ICO en el río Victoria - 2015	92
5.6	Determinación del ICO en el río Tolomosa - 2015	92
5.7	Determinación del ICO en el río Santa Ana - 2015	92
5.8	Determinación del ICO en el río Camacho - 2015	92
5.9	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Guadalquivir - 2008	98
5.10	Resultados del Índice BMWP/Bol en los río Sella y Erquis - 2008	98
5.11	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Tolomosa - 2008	98
5.12	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Santa Ana - 2008	98
5.13	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Camacho - 2008	99
5.14	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Guadalquivir - 2015	100
5.15	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Erquis - 2015	100
5.16	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Victoria - 2015	100
5.17	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Tolomosa - 2015	101
5.18	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Santa Ana - 2015	101
5.19	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Camacho - 2015	101
5.20	Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Carachimayo - 2015	101
5.21	Valores del índice BMWP/Bol de puntos de muestreo coincidentes entre los años 2008 - 2015	101
5.22	Datos poblacionales municipio de Tarija 2008-2015	107
5.23	Industrias registradas en el municipio de Tarija entre los años 2008 y 2015	109
5.24	Industrias registradas por categoría en el municipio de Tarija entre los años 2008 y 2015	110
5.25	Industrias registradas en el municipio de San Lorenzo entre los años 2008 y 2015	110
5.26	Variación cobertura del alcantarillado sanitario sector industrial – municipio de Tarija	112
5.27	Variación cobertura del alcantarillado sanitario sector industrial – municipio San Lorenzo	113
5.28	Variación de la calidad de las descargas industriales 2008-2015	113
5.29	Variación de la situación contractual entre industrias y COSAALT 2008-2015	116
5.30	Variación de la cobertura del alcantarillado sanitario 2008-2015	117
5.31	Variación de volúmenes de aguas residuales tratadas 2008-2015	119
5.32	Variación de la calidad de las descargas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales	121
7.1	Actividades industriales categoría IV registradas en el municipio de Tarija	165
7.2	Actividades industriales categoría IV registradas en el municipio de San Lorenzo	165
7.3	Industrias registradas con servicio de alcantarillado sanitario entre los años 2008-2015	169
7.4	Valor máximo permitido para descargas al sistema de alcantarillado sanitario que figuran en los convenios suscritos por COSAALT	173
7.5	Industrias con convenio respecto de industrias registradas - datos COSAALT	176
7.6	Resultados del análisis de efluentes del sistema de tratamiento de Calamuchita	188



## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1** Disposiciones Normativas Aplicables para la auditoría
- ANEXO 2** Descripción puntos de muestreo en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008 - Cuadro I
- Resultados del análisis físico, químico y bacteriológico realizado a las muestras de agua tomadas en el río Guadalquivir - año 2008. Primera Campaña – Tabla I
- Resultados del análisis físico, químico y bacteriológico realizado a las muestras de agua tomadas en el río Guadalquivir - año 2008. Segunda Campaña – Tabla II
- Resultados promedio del análisis físico, químico y bacteriológico realizado a las muestras de agua tomadas en el río Guadalquivir - año 2008 – Tabla III
- Descripción puntos de muestreo de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008 - Cuadro II
- Lista de la fauna de macroinvertebrados y los valores asignados para indicar el grado de contaminación propuesto para el índice BMWP/Bol. - Cuadro III
- Resultados del análisis e identificación de macroinvertebrados bentónicos en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008 - Cuadro IV
- Descripción puntos de muestreo para análisis físico, químico, bacteriológico y macroinvertebrados bentónicos en los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015 - Cuadro V
- Descripción puntos de muestreo en descargas en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015 Cuadro VI
- Resultados del análisis físico, químico y bacteriológico realizado a las muestras de agua tomadas en ríos de la cuenca del río Guadalquivir-año 2015 – Tabla IV
- Resultados del análisis físico, químico y bacteriológico realizado a las muestras de descargas en la cuenca del río Guadalquivir - año 2015 – Tabla V
- Resultados del análisis e identificación de macroinvertebrados bentónicos en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015 Cuadro VII
- ANEXO 3** Actividades industriales registradas en el municipio de Tarija - Cuadro I
- Actividades industriales registradas en el municipio de San Lorenzo - Cuadro II
- Industrias monitoreadas por COSAALT y parámetros que sobrepasan estándares de referencia - Cuadro III
- ANEXO 4** Mapa 1 - Puntos de muestreo de la cuenca del río Guadalquivir año 2008
- Mapa 2 - Calidad del agua en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir de acuerdo al indicador ICA-NSF año 2008
- Mapa 3 - Puntos de muestreo de la cuenca del río Guadalquivir año 2015
- Mapa 4 - Calidad del agua en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir de acuerdo al indicador ICA-NSF año 2015
- Mapa 5 - Ubicación de puntos de descarga de aguas residuales domésticas vertidas a los ríos de la cuenca del río Guadalquivir
- Mapa 6 - Áreas de extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir
- Mapa 7 - Índice de contaminación orgánica (ICO) en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir año 2008
- Mapa 8 - Índice de contaminación orgánica (ICO) en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir año 2015
- Mapa 9 - Mapa de Índice BMWP/Bol en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir año 2008
- Mapa 10 - Mapa de Índice BMWP/Bol en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir año 2015
- Mapa 11 - Índice de calidad de agua en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir y su relación con su aptitud de uso (riego) año 2008
- Mapa 12 - Índice de calidad de agua en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir y su relación con su aptitud de uso (riego) año 2015

- Mapa 13 - Parámetros de descarga de aguas residuales y su relación con el índice de calidad del agua (ICA) en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir
- Mapa 14 - Parámetros de descarga de aguas residuales y su relación con el índice de contaminación orgánica (ICO) en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir
- Mapa 15 - Análisis de parámetros medidos en la cuenca del río Guadalquivir año 2008
- Mapa 16 - Parámetros críticos identificados en los ríos de la cuenca del río Guadalquivir año 2015





**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL DE TARIJA, GOBIERNOS AUTÓNOMOS MUNICIPALES DE SAN LORENZO, TARIJA, URIONDO Y PADCAYA, OFICINA TÉCNICA NACIONAL DE LOS RÍOS PILCOMAYO Y BERMEJO, ENTIDAD EJECUTORA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA Y COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO TARIJA**

**AUDITORÍA SOBRE LOS RESULTADOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR**

**INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP11/S15-E1**

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe de auditoría contiene una opinión sobre los resultados de la gestión ambiental 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.

La opinión sobre los resultados de la gestión ambiental, se basó en la determinación del estado ambiental de la cuenca en dos momentos definidos, en el año 2008 y en el año 2015 y en la variación que se produjo en este periodo de tiempo.

Se evaluó el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca a partir de la situación de los componentes que lo conforman, evaluados en términos de parámetros físicos, químicos y biológicos y respecto de las condiciones económicas y sociales en las que se encontraba el medio ambiente considerado, en los dos momentos de la evaluación.

Fueron sujeto de examen las entidades vinculadas con la gestión ambiental de la cuenca del río Guadalquivir, nos referimos al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, los Gobiernos Autónomos Municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado Tarija, la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua y la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo.

Se formularon dos objetivos específicos para opinar sobre los resultados de la gestión ambiental en la cuenca, el primero buscó determinar el estado ambiental en los años 2008 y 2015 y el segundo estableció la variación que se produjo y si esta respondió a las disposiciones previstas por el Estado.

Para responder al primer objetivo específico, se formularon cuatro criterios asociados a los problemas de contaminación, los temas estaban referidos a la calidad del agua y su aptitud de uso, a las descargas de aguas residuales domésticas e industriales que son vertidas a los cuerpos de agua y /o a la red de alcantarillado, a la gestión de áridos y agregados y su

regulación y a la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en las poblaciones de la zona de influencia de la cuenca.

Para responder al segundo objetivo específico se formuló un criterio destinado a evaluar si los cuerpos de agua de la cuenca han sido restaurados, refiriéndonos a si la variación del estado ambiental de la cuenca mostró que los cuerpos de agua se aproximaron a las condiciones preexistentes al daño.

Los resultados obtenidos, en términos del primer objetivo específico, nos mostraron que el año 2008 el río Guadalquivir tenía la calidad suficiente para responder a su aptitud de uso, los valores del indicador de calidad empleado demostró que las aguas del río eran aptas para actividades agrícolas y de recreación, a pesar de la contaminación que ocasionó en ese momento el vertido de descargas de aguas residuales domésticas e industriales y/o la actividad de extracción de áridos y agregados.

Las descargas que se vertían a la cuenca el año 2008, provenían de la actividad industrial, de las plantas de tratamiento de aguas residuales y de cámaras sépticas que colectaban aguas residuales de la población en los cuatro municipios de la cuenca. La información recabada dio cuenta de que estos efluentes vertidos a los cuerpos de agua, no cumplían con los estándares de referencia de la normativa.

La actividad industrial no registraba un número importante de industrias en operación hacia el año 2008, tanto Tarija, como San Lorenzo, únicos municipios que registraron actividades en este sector. En el caso de San Lorenzo el registro de industrias recién data del año 2009. En cuanto a la actividad extractiva de áridos y agregados, el año 2008 los municipios no contaban con información de esta actividad, no existen datos de empresas identificadas o registradas que den a conocer la intensidad de estas operaciones productivas en la cuenca en esa gestión.

Se conoció sobre la cobertura del alcantarillado sanitario en todos los municipios y comunidades que formaban parte de la cuenca para el año 2008, tanto a nivel domiciliario, como a nivel industrial, existiendo un importante alcance del servicio en los centros poblados principales, a diferencia de las comunidades más pequeñas que tenían menos acceso. La situación era diferente respecto del sector industrial, la cobertura del alcantarillado no alcanzaba ni al 50% de la demanda existente en el municipio de Tarija.

Para el año 2015, en lo que concierne a la calidad de las aguas del río Guadalquivir y su aptitud de uso, se determinó que sólo ciertos lugares tienen la calidad suficiente para llevar a cabo prácticas agrícolas y de recreación, estos se ubican en las nacientes de la cuenca, en la zona de confluencia del río Guadalquivir con los ríos Erquis y Victoria y al final de la zona de estudio, a la altura de El Angosto. El resto del curso del río, presenta aguas de mala calidad haciéndolo no apto para este tipo de actividades.

Lo señalado está vinculado de manera directa a las descargas que se vierten a la cuenca, para el año 2015 se advirtió que las que provienen de la actividad industrial, tampoco cumplen con los estándares de referencia al igual que el año 2008, tanto las actividades que vierten sus efluentes directamente a cuerpos de agua, como las que lo hacen a través de la red de alcantarillado sanitario, a lo que se suma el número de industrias registradas que superó las cuatrocientas para el año 2015 entre Tarija y San Lorenzo.

Asimismo, las descargas provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en la zona, que tratan en algún caso descargas domésticas e industriales, tampoco lograron descargar efluentes que puedan cumplir con la normativa vigente. No se incrementaron puntos de descarga directa de aguas residuales crudas, sin embargo se sumaron descargas de sistemas de tratamiento colapsados, originando nuevos puntos de contaminación por el vertido de aguas residuales deficientemente tratadas.

Respecto de la extracción de áridos y agregados, se pudo advertir que para el año 2015 ya se generó un registro, o por lo menos han sido identificadas las empresas que operan a nivel industrial en los municipios de la cuenca, sin embargo no han sido emitidas autorizaciones por parte de los municipios en observancia a un marco regulatorio establecido y tampoco existe una evaluación orientada a una planificación que identifique a las zonas aptas para realizar estas operaciones en los cauces de los ríos de la cuenca.

En lo que atañe a la cobertura de alcantarillado sanitario, para el año 2015, se pudo conocer el alcance del servicio en los municipios y comunidades que forman parte de la cuenca, notándose mayor atención hacia las comunidades pequeñas, aunque no sucedió lo mismo con los principales centros poblados. En el sector industrial la cobertura del servicio se encontró entre el 50 y 70% en los municipios de Tarija y San Lorenzo, denotando con ello que la cobertura del servicio se encuentra por debajo de la demanda de la población.

Determinado el estado ambiental de la cuenca en los años 2008 y 2015 en los aspectos evaluados, se estableció la variación que se produjo en un periodo de ocho años y si esta respondió a las disposiciones previstas por el Estado, estos últimos en términos del segundo objetivo específico.

La variación del estado ambiental para los años 2008 y 2015, se estableció por una parte, a través de los resultados generados de la aplicación de indicadores de calidad, de contaminación orgánica y de calidad biológica de los cuerpos de agua, y por otra de la variación de las condiciones económicas y sociales evaluadas a partir de datos poblacionales y del sector industrial.

La variación generada entre los años 2008 y 2015, en términos de parámetros fisicoquímicos y biológicos mensurables, dio cuenta de que, la calidad de las aguas del río Guadalquivir descendió de predominantemente buena y media, a rangos de calidad media y mala, por otra parte la contaminación orgánica se incrementó, lo que era un río poco contaminado y moderadamente contaminado, pasó a ser un río moderadamente

contaminado, contaminado e incluso muy contaminado; y en cuanto a la fauna béntica, expresado como índice de calidad biológica del agua, los bioindicadores analizados mostraron que las aguas del río pasaron de aguas predominantemente aceptables a predominantemente críticas, debido a la disminución significativa de especies sensibles a la contaminación.

Entre otros aspectos evaluados se vio un crecimiento industrial importante en los municipios de Tarija y San Lorenzo, sobre todo en el primero superando las trescientas industrias registradas en el periodo evaluado, sin embargo, las descargas vertidas producto de estas actividades no han variado en cuanto a su calidad, pues tanto en el año 2008 como en el 2015 se ha advertido incumplimiento a las disposiciones normativas que regulan la descarga de efluentes a cuerpos de agua y/o a la red de alcantarillado sanitario.

Asimismo, producto del crecimiento poblacional e industrial que se ha generado en todos los centros poblados de la cuenca, se ha incrementado el volumen de aguas residuales domésticas e industriales que se colectan por la red de alcantarillado y que pasan por un sistema de tratamiento, sin embargo la calidad de los efluentes vertidos a través de estos últimos, tampoco ha mejorado, las descargas vertidas por las plantas de tratamiento de aguas residuales y/o los sistemas primarios instalados, sobrepasan los límites permisibles, condición que se mantiene desde el año 2008, con la agravante de que los volúmenes colectados de aguas residuales son mayores.

La inexistencia de una base de datos del año 2008 ha impedido determinar el crecimiento de la actividad extractiva de áridos y agregados, sin embargo se ha advertido que en el periodo de evaluación este sector no ha logrado ser regulado, no existen marcos normativos regulatorios elaborados y/o implementados a cabalidad por lo que ninguna actividad ha obtenido una autorización oficial para el ejercicio de esta práctica.

El problema de la contaminación de la cuenca del río Guadalquivir ha conllevado una serie de acciones, entre los años 2008 y 2015, por diferentes entidades vinculadas a la gestión de los recursos hídricos y por ende de la cuenca, la mayor parte ha surgido en los últimos dos años, sin embargo, a la fecha ninguna ha logrado ejecutarse y/o implementarse a cabalidad; estas acciones no han sobrepasado la etapa de elaboración de estudios y, en algún caso, gestiones que se encuentran en curso, pero ninguna ha mostrado ser efectiva garantizando la solución a los problemas de contaminación en la cuenca y que consecuentemente logre la restauración del ecosistema que ha sido dañado de manera continua por casi una década.

La situación del estado ambiental en la cuenca del río Guadalquivir en los años 2008 y 2015 y la variación que ha sufrido éste a lo largo de ocho años respecto de las disposiciones previstas por el Estado, permite concluir señalando que los resultados de la gestión ambiental de las entidades evaluadas, nos referimos al 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.

Las pocas gestiones realizadas y/o la ausencia de las mismas respecto de la contaminación ocasionada en la cuenca, se manifiesta en el efecto, en las consecuencias reales expresadas en términos de impacto ambiental a través de la disminución de la calidad ambiental de los ríos, el incremento de contaminación principalmente por materia orgánica y sólidos suspendidos, la disminución de la fauna béntica, lo que conlleva el riesgo, que de persistir la situación, se manifestaría en la degradación de los ecosistemas y el paisaje y la destrucción de los hábitats de las comunidades acuáticas, llevando consigo más bien la proliferación de microorganismos, muchos de los cuales pueden resultar patógenos para la salud de la población expuesta a través de actividades de recreación o por el consumo de alimentos regados con aguas contaminadas. Asimismo, el incremento indiscriminado de nutrientes a través de las descargas de aguas residuales crudas o deficientemente tratadas llevaría consigo el riesgo de eutrofizar el cuerpo de agua, la misma que puede manifestarse desde la modificación de la biodiversidad y los procesos biogeoquímicos, hasta llegar a la anoxia del medio, eliminando a la totalidad de las especies aeróbicas, desapareciendo con ello la mayor parte de la fauna del ecosistema afectado.

Dada esta situación y con la finalidad de contribuir a la reversión de la misma, la Contraloría General del Estado ha formulado cuarenta y siete (47) recomendaciones, 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 la recuperación y restauración del ecosistema afectado y atenuar los riesgos que pueden afectar tanto a este importante recurso natural, como a la salud de la población expuesta.

---0---



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL DE TARIJA, GOBIERNOS AUTÓNOMOS MUNICIPALES DE SAN LORENZO, TARIJA, URIONDO Y PADCAYA, OFICINA TÉCNICA NACIONAL DE LOS RÍOS PILCOMAYO Y BERMEJO, ENTIDAD EJECUTORA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA Y COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO TARIJA**

**AUDITORÍA SOBRE LOS RESULTADOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR**

**INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP11/S15-E1**

**1. ANTECEDENTES.**

La Contraloría General del Estado a través de la Gerencia de Auditoría Ambiental, continuando con la línea de acción emprendida desde el año 2010, ha proseguido con la evaluación y estudio de la contaminación de los principales recursos hídricos del país, en este entendido, para la gestión 2015, se incluyó en el Programa Anual de Operaciones la ejecución de una auditoría ambiental en la cuenca del río Guadalquivir en el departamento de Tarija.

En fecha 30 de julio de 2015 la Contraloría General del Estado recibió una nota del presidente de Control Social del Distrito 11, de la ciudad de Tarija, a través de la cual solicitó la intervención de la entidad, para realizar una auditoría ambiental en relación al río Guadalquivir y las lagunas de oxidación del barrio San Luis, debido a los problemas de contaminación ambiental que advertían en este cuerpo de agua.

A partir de esta denuncia presentada y en cumplimiento a las Normas Generales de Auditoría Gubernamental<sup>1</sup> (NAG), respecto de la séptima norma, se tomó la decisión de trabajar en un Relevamiento de Información General a fin de sustentar, a través de la documentación pertinente, el problema manifestado en la denuncia y en base de ello, determinar la inclusión de una auditoría sobre el tema en el programa de operaciones anual de la Gerencia de Auditoría Ambiental.

Para ello se solicitó información a diferentes entidades relacionadas con el tema. La documentación recabada reveló la situación del río Guadalquivir y a través de una evaluación técnica se pudo advertir la existencia de problemas de contaminación importantes en el río Guadalquivir, principalmente cuando este pasa por zonas urbanas.

Esta información, recopilada en un trabajo de relevamiento de información general fue considerada suficiente para determinar la inclusión de una auditoría ambiental sobre la cuenca del río Guadalquivir en el departamento de Tarija, en el POA de la Gerencia de Auditoría Ambiental.

---

<sup>1</sup> Aprobadas mediante Resolución de la CGE, N.°CGE/094/2012 el 27 de agosto de 2012, con código NE/CE-011.

El marco geográfico en el que se desarrolló la auditoría en la cuenca del río Guadalquivir, comprende desde las nacientes en el municipio de San Lorenzo, pasando la población de Trancas, hasta la zona de El Angosto en el municipio de Uriondo, incluyendo los centros poblados de los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, considerando en este recorrido a los principales ríos primarios y secundarios de la cuenca.

El presente trabajo de auditoría ha sido realizado por la Contraloría General del Estado, conforme las disposiciones establecidas en las Normas de Auditoría Ambiental aprobadas mediante Resolución N.º CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012, con el propósito de contribuir en la mejora del estado ambiental y en la recuperación y restauración de los cuerpos de agua que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir.

## **2. OBJETIVOS Y ALCANCES.**

### **2.1 Los Términos de Auditoría.**

En observancia a lo señalado en el Manual para ejecutar Auditorías Ambientales, aprobado mediante Resolución N.º CGE/166/2013 del 31 de diciembre de 2013, se prosiguió con la planificación general de la auditoría, cuyos resultados se plasmaron en un documento denominado Términos de Auditoría.

Los Términos de Auditoría contienen los alcances generales definidos a través de una comprensión del tema a auditar, que para el presente caso requirió del conocimiento de factores inherentes a la problemática ambiental en la cuenca del río Guadalquivir y que fue asociado de manera directa a la contaminación de la zona de estudio principalmente por el vertido de aguas residuales domésticas e industriales, crudas y/o deficientemente tratadas.

A partir de estos antecedentes se definió el alcance general que contempló la delimitación del objeto de examen, el subtipo de auditoría ambiental, el sujeto de examen, los instrumentos normativos aplicables y el objetivo general de la evaluación. Entre los aspectos más relevantes a destacar tenemos los siguientes.

Se determinó considerar como objeto de examen el «estado ambiental» del río Guadalquivir, respecto del cual se emitiría una opinión a partir de la situación de los componentes que lo conforman, medidos en función de parámetros físicos, químicos, biológicos, etc., y de las condiciones políticas, económicas, sociales, culturales u otras en las que se encuentra en un determinado momento<sup>2</sup>.

Se determinó que el subtipo de auditoría ambiental era de «Resultados de la gestión ambiental», que tiene el propósito de evaluar la variación en el estado ambiental para

---

<sup>2</sup> Definición establecida en las Normas de Auditoría Ambiental, aprobadas mediante Resolución CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.



comprobar si los cambios producidos en dos momentos dados, responden a políticas, planes, normas, u otros, que correspondan.

Se determinó preliminarmente el sujeto de examen y estaba conformado por el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, los Gobiernos Autónomos Municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado (COSAALT Ltda.) y la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN-PB).

Los Términos de Auditoría fueron dados a conocer a las entidades involucradas en el tema, a través de una reunión explicativa que se llevó a cabo en la ciudad de Tarija en fecha 10 de diciembre de 2015 donde se presentó una exposición de los aspectos antes señalados. Asimismo, esta información fue comunicada oficialmente a las Máximas Autoridades Ejecutivas<sup>3</sup> de las entidades sujetos de examen, poniendo en antecedente la explicación antes referida, además de hacerles llegar una copia de dicho documento.

### **2.1.1 Objetivo General.**

En los Términos de Auditoría se definió como objetivo general de la auditoría el siguiente.

*Evaluar los resultados de la gestión ambiental respecto de la mitigación de los impactos ambientales negativos generados en la cuenca del río Guadalquivir.*

### **2.2 Los objetivos y alcances específicos.**

Antes de exponer los objetivos y alcances específicos corresponde presentar la comprensión de los controles internos inherentes a la evaluación.

#### **2.2.1 Comprensión de los controles internos.**

La Norma de Auditoría Ambiental 241 relativa a la Planificación señala en su aclaración 05.1 que se deben comprender los controles internos considerando la Norma de Auditoría Ambiental 243, para que los resultados de esta comprensión sean considerados en las siguientes actividades de la planificación específica.

Se hizo una evaluación de los controles internos del sujeto de examen, determinado en el alcance general, a partir de una revisión de las normas básicas tanto de los componentes como de los elementos que forman parte del control interno.

---

<sup>3</sup> Mediante notas: CGE/SCAT/GAA/591/2015, CGE/SCAT/GAA/592/2015, CGE/SCAT/GAA/593/2015, CGE/SCAT/GAA/594/2015, CGE/SCAT/GAA/595/2015, CGE/SCAT/GAA/596/2015, CGE/SCAT/GAA/597/2015, recibidas entre el 16 y el 23 de diciembre de 2015.

La comprensión del contexto asociado al control interno de las entidades consultadas permitió identificar que si bien existen aspectos relevantes que podían ser considerados para la auditoría, su evaluación no era un referente útil para la delimitación de los alcances específicos en la planificación, ya que de acuerdo a la información recabada, no se identificaron controles internos que hayan sido elaborados, aprobados y/o implementados y/o que estén relacionados directamente con el accionar de las instancias responsables de mitigar los impactos ambientales en la cuenca del río Guadalquivir. En consecuencia, al no existir elementos de control interno susceptibles de evaluación, estos no fueron considerados en la planificación.

El segundo nivel de la planificación de la auditoría comprende la planificación específica. A continuación se señalan los aspectos definidos en esta etapa junto a las modificaciones que se presentaron a lo largo de la auditoría.

### ***2.2.2 Objeto específico de examen.***

El objeto de examen delimitado para la auditoría ambiental K2/AP11/S15 comprendió el estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir, conformado por el río Guadalquivir y sus ríos afluentes: Carachimayo, Calama, Victoria, Erquis, Sella, Tolomosa, Santa Ana y Camacho. Asimismo, se consideraron 6 quebradas, todas ubicadas dentro la jurisdicción del municipio de Tarija, estas fueron: Sosa, Sagredo, El Monte, San Pedro, Torrecillas y Cabeza de Toro.

También formaron parte de los componentes del estado ambiental, las fuentes de contaminación directa al río Guadalquivir y/o a sus afluentes, como las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, crudas y tratadas, provenientes de los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya.

Estos componentes del medio ambiente que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir fueron evaluados en términos de parámetros físicos, químicos y biológicos (bacteriológicos y a través de macroinvertebrados bentónicos), que fueron empleados para determinar indicadores que proporcionaron información acerca de la calidad ambiental, de la calidad biológica y del grado de contaminación existente en los cuerpos de agua de la zona de estudio.

Asimismo, el estado ambiental, contempló consideraciones económicas y sociales, definidas en términos del crecimiento poblacional y productivo, este último vinculado a la actividad industrial y de extracción de áridos y agregados, en las jurisdicciones por las que atraviesan el río Guadalquivir y sus afluentes.

El estado ambiental fue determinado en dos momentos dados, uno definido como línea base que tuvo su punto de partida en el año 2008 y el segundo, corresponde a datos recientes del

año 2015. El análisis en estos dos momentos, permitió establecer la variación del estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir en este periodo de tiempo.

Nótese que en los Términos de Auditoría, no se consideró como parte del objeto de examen a la actividad extractiva de áridos y agregados, toda vez que para entonces no se contaba aún con información suficiente para justificar la inclusión de este tema dentro la auditoría. Durante la etapa de planificación específica se formularon una serie de consultas a las entidades involucradas relacionadas con el tema que permitieron validar la inclusión de la extracción de áridos y agregados como parte del objeto de examen.

### 2.2.3 Instrumentos normativos específicos del examen.

A continuación se citan los instrumentos normativos delimitados que fueron empleados en la presente evaluación. En el anexo 1 de este documento se encuentra in extenso el contenido de este marco normativo.

#### Disposiciones normativas en el contexto general y específico de la auditoría

**Cuadro 2.1**

<i>Disposiciones normativas en el contexto general de la gestión ambiental sobre los recursos hídricos.</i>	○ Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.	Artículo 33. Artículo 312, párrafo III Artículo 347, párrafo I y II Artículo 376, párrafo I
	○ Ley 1333 del Medio Ambiente del 27 de abril de 1992.	Artículo 19, puntos 1, 2 y 3. Artículo 20 incisos a, b y c. Artículo 36, Artículo 37
	○ Ley 3425 de áridos y agregados del 20 de junio de 2006.	Artículo 1
	○ Ley Marco de Autonomías y Descentralización «Andrés Ibáñez» 031 del 19 de julio de 2010.	Artículo 5, puntos 14, 18 Artículo 7, párrafo II, punto 7.
	○ Ley de Derechos de la Madre Tierra 071 del 21 de diciembre de 2010.	Artículo 2, puntos 3 y 4. Artículo 7, párrafo I, puntos 3, 6 y 7
	○ Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para vivir bien del 15 de octubre de 2012 <sup>4</sup> .	Artículo 4, punto 5. Artículo 5, punto 10.
	○ Ley 535 de Minería y Metalurgia del 19 de mayo de 2014.	Artículo 4, párrafo I y IV.
	○ Reglamento para la Prevención y Control Ambiental aprobado mediante Decreto Supremo 24176 del 8 de diciembre de 1995.	Artículo 81. Artículo 149.
	○ Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica aprobado mediante Decreto Supremo 24176 del 8 de diciembre de 1995.	Artículo 1. Artículo 2. Artículo 16. Artículo 17. Artículo 19, incisos a, b. Artículo 20. Artículo 21. Artículo 47. Artículo 72.
	○ Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero aprobado mediante Decreto Supremo 26736 de 30 de Julio de 2002.	Artículo 59. Artículo 72, incisos a, f.
○ Decreto Supremo 163 del 10 de junio de 2009.	Artículo 2. Artículo 3, incisos a y b.	
○ Ley General de Cooperativas 356 de 11 de abril de 2013.	Artículo 69.	

<sup>4</sup> Cabe aclarar que si bien esta Ley no se encuentra plenamente vigente por lo establecido en su única disposición final (que señala que esta Ley entra en vigencia en el plazo de ciento veinte (120) días a partir de la publicación del Reglamento), las definiciones son consideradas de alcance general.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Decreto Supremo 1995 de 13 de mayo de 2014 que reglamenta la Ley General de Cooperativas 356 de 11 de abril de 2013.</li> </ul>	Artículo 69, parágrafos I y II.
<b>Disposiciones normativas en el contexto específico de la gestión ambiental sobre la cuenca del río Guadalquivir.</b>	○ Ley 2459 del 2 de mayo de 2003.	Artículo 1, artículo 2 y artículo 3.
	○ Ley 2460 del 2 de mayo de 2003.	Artículo único.
	○ Ley 3762 del 07 de noviembre de 2007.	Artículo 1.
	○ Resolución Suprema 205842 del 10 de febrero de 1989.	Artículo 1, puntos primero y tercero.
	○ Decreto Supremo 24544 de 31 de marzo de 1997.	Artículo 1.
	○ Decreto Supremo 28750 del 20 de junio de 2006.	Artículo 1, parágrafo I. Artículo 7, punto 1, inciso b, punto 2.
	○ Decreto Supremo 1552 del 8 de abril de 2013.	Artículo único.
	○ Contrato de Préstamo y de Aporte Financiero y de Ejecución del “Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir, celebrado el 7 de octubre de 2011 entre el KfW, Frankfurt am Main y el Estado Plurinacional de Bolivia (prestatario) representado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo y en la implementación del programa por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua así como la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua EMAGUA. Artículo 1, puntos 1.1 y 1.2, Artículo 2, punto 1.1.	
	○ Acuerdo Separado al Contrato de Préstamo y de Aporte Financiero del 7 de octubre de 2011.	Parágrafo I, punto 1, puntos 1.1, 1.2, 1.5, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.3, 1.6, 1.6.1, 1.6.2, 1.6.4.
	○ Convenio Interinstitucional N° 08/2012 de financiamiento – Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir, firmado el 19 de abril de 2012.	Cláusula quinta. Cláusula séptima. Cláusula novena, punto 9.1, incisos b, d. Cláusula décimo cuarta. Cláusula décimo sexta.
○ Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado, el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo, Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo y el Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya. Firmado el 27 de julio de 2015.	Cláusula segunda. Cláusula tercera. Cláusula novena.	
<b>Disposiciones Normativas en el contexto general de las funciones y atribuciones asociadas a los recursos hídricos.</b>	○ Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.	Artículo 298, parágrafo I, punto 20; parágrafo II, punto 5. Artículo 299, parágrafo II, puntos 1, 11. Artículo 302, parágrafo I, puntos 5 y 41. Artículo 375, parágrafo I.
	○ Ley 1333 del Medio Ambiente 27 de abril de 1992.	Artículo 17. Artículo 32. Artículo 39.
	○ Ley 3425 de áridos y agregados del 20 de junio de 2006.	Artículo 3. Artículo 4. Artículo 5.
	○ Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez” 031 del 19 de julio de 2010.	Artículo 83, parágrafo I, incisos: a, b; parágrafo II, punto 1, inciso a; punto 2, incisos a, b; punto 3, incisos a, b, c. Artículo 87, punto 1, inciso a. Artículo 88, parágrafo V, punto 2, inciso a, punto 3, inciso a. Artículo 89, punto 1, inciso a. Artículo 90, parágrafo I, punto 1, parágrafo II. Artículo 120.
	○ Ley de Derechos de la Madre Tierra 071 del 21 de diciembre de 2010.	Artículo 8, puntos 1 y 7.
	○ Ley 535 de Minería y Metalurgia del 19 de mayo de 2014.	Artículo 4, parágrafo II.
	○ Decreto Supremo 0163 de 10 de junio de 2009.	Artículo 5, incisos a, b, c, d, e.
	○ Decreto Supremo 29894 de 07 de febrero de 2009.	Artículo 96, incisos c, i.
	○ Reglamento General de Gestión Ambiental aprobado mediante Decreto Supremo 24176 del 8 de	Artículo 8, incisos b y j. Artículo 9, incisos a y e. Artículo 86.

	diciembre de 1995.	
	○ Reglamento para la Prevención y Control Ambiental aprobado mediante Decreto Supremo 24176 del 8 de diciembre de 1995.	Artículo 9, inciso a. Artículo 10, inciso a. Artículo 11, inciso b. Artículo 122. Artículo 123. Artículo 125. Artículo 126. Artículo 128.
	○ Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica aprobado mediante Decreto Supremo 24176 del 8 de diciembre de 1995.	Artículo 4. Artículo 9, inciso b. Artículo 10, incisos: a, b, c, d, g. Artículo 11, incisos a, b, d. Artículo 13. Artículo 14 incisos a, b, c. Artículo 15. Artículo 22, incisos a-m. Artículo 23, incisos a, b. Artículo 30. Artículo 37. Artículo 46. Artículo 50. Artículo 55.
	○ Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero aprobado mediante Decreto Supremo 26736 de 30 de Julio de 2002.	Artículo 10, inciso a. Artículo 11, inciso j. Artículo 76, incisos a, b. Artículo 116. Artículo 117, incisos a, b, c. Artículo 119. Disposición Transitoria Tercera.
<i>Disposiciones normativas en el contexto específico de las funciones y atribuciones asociadas a la cuenca del río Guadalquivir.</i>	○ Ley 2459 del 2 de mayo de 2003.	Artículo 4. Artículo 5.
	○ Ley 3302 de 16 de diciembre de 2005.	Artículo 10, parágrafo II.
	○ Ley 3762 del 07 de noviembre de 2007.	Artículo 2. Artículo 4. Artículo 5.
	○ Resolución Suprema 205842 del 10 de febrero de 1989.	Punto cuarto.
	○ Resolución Suprema 207727, de fecha 1 de junio de 1990.	Punto primero. Punto segundo, inciso a.
	○ Decreto Supremo 24544 de 31 de marzo de 1997.	Artículo 3, incisos: b, c, d, e, f, g, h.
	○ Decreto Supremo 28631 de 8 de marzo de 2006 Reglamento a la Ley de Organización del Poder Ejecutivo.	Artículo 62, parágrafo I.
	○ Contrato para uso y aprovechamiento del recurso de agua y Concesión de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, suscrito entre la entonces Superintendencia de Saneamiento Básico (actual Autoridad de <i>Fiscalización</i> y Control Social de <i>Agua Potable</i> y Saneamiento Básico – AAPS) y la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado Tarija Ltda. (COSAALT), del 16 de febrero 2001. Anexo 1 – Metas de Calidad, puntos 1.2.4, 1.2.6.1.	
	○ Contrato de Préstamo y de Aporte Financiero y de Ejecución del “Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir, celebrado el 7 de octubre de 2011 entre el KfW, Frankfurt am Main y el Estado Plurinacional de Bolivia (prestatario) representado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo y en la implementación del programa por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua así como la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua EMAGUA. Artículo 8, puntos 8.1, incisos a, i, j, k.	
	○ Acuerdo Separado al Contrato de Préstamo y de Aporte Financiero del 7 de octubre de 2011.	Parágrafo I, punto 1, 1.1, 1.2, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4.
	○ Convenio Interinstitucional N° 08/2012 de financiamiento – Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir, firmado el 19 de abril de 2012.	Cláusula décima. Cláusula décima primera, puntos: 1, 2, 5 y 6. Cláusula décima segunda, puntos: 1,3, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13. Cláusula décima séptima. Cláusula décima novena.
	○ Convenio Subsidiario – Contrato de Préstamo y de aporte financiero y de ejecución del programa «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir», (Estado Plurinacional de Bolivia – Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua – EMAGUA – Gobierno Autónomo Municipal de Tarija), del 16 de noviembre de 2012. Cláusula cuarta. Cláusula quinta. Cláusula sexta. Cláusula séptima. Cláusula vigésima.	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado, el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo, Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo y el Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya. Firmado el 27 de julio de 2015. Cláusula cuarta. Cláusula quinta. Cláusula octava.</li> </ul>
--	--

Fuente: elaboración propia a partir de las disposiciones normativas seleccionadas.

#### **2.2.4 Sujeto específico de examen.**

La definición de responsabilidades (funciones, atribuciones y deberes) que tienen las entidades respecto del estado ambiental de la cuenca, a partir de los instrumentos normativos aplicables, permitió delimitar el sujeto de examen para la auditoría conformado por las siguientes instituciones.

- El Ministerio de Medio Ambiente y Agua por las responsabilidades conferidas a esta instancia en la Primera Enmienda al Convenio Interinstitucional de Financiamiento N°08/2012 del Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir, que otorga la responsabilidad directas al ministerio, de gestionar el financiamiento del déficit de recursos.

Asimismo, esta instancia debe participar de manera concurrente y coordinada en la ejecución de programas y proyectos de agua potable y alcantarillado. Además, el Ministerio de Medio ambiente y agua, como parte del nivel central del Estado, debe elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente proyectos de agua potable y alcantarillado de manera concurrente con los otros niveles autonómicos.

En lo relacionado a la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Tarija, el ministerio, es parte del Comité Impulsor de dicha planta, junto a la Gobernación, COSAALT, el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y las universidades locales, estando a cargo de coadyuvar la gestión de recursos externos necesarios para su implementación.

Asimismo el ministerio debe impulsar y ejecutar políticas, planes, programas y proyectos, así como gestionar financiamiento para la inversión destinados a ampliar la cobertura de los servicios de saneamiento básico en todo el territorio nacional, particularmente en el área rural y en sectores de la población urbana y periurbana de bajos ingresos, coordinando con las instancias correspondientes. También debe promover y canalizar cooperación financiera a las entidades territoriales descentralizadas y autónomas, con el fin de desarrollar políticas, planes, programas y proyectos de agua potable y saneamiento básico.

- Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, al ejercer funciones de fiscalización y control sobre las actividades relacionadas con el medio ambiente. Asimismo, porque realiza acciones de prevención de contaminación de los cuerpos de agua, saneamiento y control de la calidad de los recursos hídricos y debe identificar las principales fuentes de

contaminación. También, porque es la entidad encargada de elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente planes y proyectos de alcantarillado de manera concurrente con el nivel central del Estado y los gobiernos municipales.

En el marco del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir», debe garantizar y efectivizar los recursos de contraparte comprometidos para las inversiones en proyectos de agua y saneamiento, que incluyen la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de San Lorenzo.

- Gobiernos Autónomos Municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, porque deben ejercer las funciones de control y vigilancia a nivel local sobre las actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, deben efectuar inspecciones de manera concurrente con la Gobernación y porque ejercen funciones de seguimiento e inspección a las actividades industriales dentro su jurisdicción. Asimismo, porque deben realizar acciones de prevención y control de la contaminación hídrica, identificar las principales fuentes de contaminación y realizar el control de las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a los cuerpos receptores.

Por otro lado, deben asegurar la provisión de alcantarillado sanitario y desarrollar planes y programas de expansión de estos servicios, así como coadyuvar en la evaluación y seguimiento de las actividades de la EPSA (COSAALT). Asimismo, son responsables de la administración y regulación de los áridos y agregados que se encuentran dentro de su jurisdicción.

- Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado - COSAALT Ltda., porque es responsable de la administración, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario en el área de concesión de la ciudad de Tarija y de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis, asimismo, debe establecer convenios con las industrias, instituciones y empresas de servicio que descarguen sus aguas residuales crudas o tratadas a sus colectores, asumiendo la responsabilidad del tratamiento de las aguas bajo las condiciones que consideren necesarias.
- Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo – OTN-PB, porque debe vigilar el control de la calidad del agua del río Guadalquivir que es parte de la cuenca Bermejo, debe realizar estudios básicos para los programas y proyectos de aprovechamiento de los recursos hídricos, monitorear su planificación, ejecución y operación. Asimismo, debe gestionar financiamiento, para la implementación de programas, proyectos y acciones de restauración ambiental, en la cuenca del río Bermejo.
- Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua – EMAGUA, porque es la encargada de preparar, ejecutar, operar y mantener el programa «Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir».



Debemos señalar que en los Términos de Auditoría no se incluyó inicialmente al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, ni a la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), sin embargo, la información proporcionada en la etapa de planificación específica, respecto de la ejecución del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir», fue suficiente para su consideración como sujetos de examen.

Si bien EMAGUA y la OTN – PB se encuentran bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, su estatus de «descentralizada» permite incluir a estas entidades como parte del sujeto de examen de manera directa. Asimismo, la normativa de respaldo aplicada en este documento, otorga competencias específicas a dichas entidades, en lo relativo a la gestión y el estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir.

Respecto del Ministerio de Relaciones Exteriores, éste no fue considerado como sujeto de examen, a pesar de que la normativa relaciona a éste ministerio de manera genérica con la gestión ambiental de la cuenca del río Bermejo (de la que es parte del río Guadalquivir), sin embargo, no establece competencias específicas con el objeto de examen. Empero, esto no limita la facultad que tiene la Contraloría de requerir información a esa entidad si se viera por conveniente.

La Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS), tampoco fue incluida como sujeto de examen, si bien esta entidad está cargo de la regulación de la EPSA, sus funciones están referidas a la fiscalización, control, supervisión y regulación de las actividades de agua potable y saneamiento básico<sup>5</sup>, relacionadas directamente con el otorgamiento, renovación, modificación y revocación de los derechos de prestación de servicios de agua potable y saneamiento básico, así como con la regulación a los prestadores de servicio en lo referente a planes de operación, mantenimiento, expansión, fortalecimiento del servicio, precios y tarifas<sup>6</sup>, funciones que no se encuentran relacionadas con el objeto de examen, razón por la cual la AAPS quedó excluida como sujeto de examen de la auditoría. Sin embargo, ello no limitó la facultad que tiene la Contraloría de requerir información a esta entidad.

### ***2.2.5 Periodo de evaluación.***

Dado el subtipo de auditoría a realizar, para evaluar los resultados de la gestión ambiental respecto de la zona delimitada en la cuenca del río Guadalquivir, se determinó la variación del estado ambiental en dos momentos dados, el primero a partir de estudios realizados en la cuenca del río Guadalquivir en un momento previo y el segundo en la actualidad, la definición de estos dos momentos para determinar la variación del estado ambiental, es lo que delimitó el periodo de evaluación.

<sup>5</sup> De acuerdo al artículo 20 del Decreto Supremo 0071/2009 del 9 de abril de 2009 de creación de las autoridades de fiscalización y control social.

<sup>6</sup> Incisos b y g del artículo 24 del Decreto Supremo 0071/2009 del 9 de abril de 2009 de creación de las autoridades de fiscalización y control social.

Los componentes del medio ambiente que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir fueron evaluados en términos de parámetros físicos, químicos y biológicos (bacteriológicos y bioindicadores a través de macroinvertebrados bentónicos), y se lo hizo en dos momentos diferentes. Los estudios realizados al respecto fueron la guía para determinar cuál sería el momento de referencia. La documentación recabada en las etapas de planificación general y específica permitió identificar evaluaciones realizadas en los años 1999, 2008 y 2010 al 2015.

Para el caso del análisis de los cuerpos de agua de la cuenca empleando bioindicadores se contó con un único estudio de línea base, la publicación «Bioindicación de la calidad de los cursos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante macroinvertebrados acuáticos»<sup>7</sup>, del año 2008.

Considerando que el único estudio recabado que aplicó bioindicadores en la cuenca del río Guadalquivir data del año 2008 y, considerando que para fines de la evaluación también es necesario contar con datos del mismo año sobre la calidad de los cuerpos de agua en términos de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, es que se ha visto por conveniente tomar en cuenta como línea base el año 2008, cuando también fue elaborado un trabajo de diagnóstico de la calidad de las aguas de la cuenca alta del río Bermejo, de la cual forma parte el río Guadalquivir, en el que analizaron parámetros físicos químicos y bacteriológicos, este último trabajo se plasmó en el documento «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.

Para que estos documentos de línea base sean válidos se verificó que ambos estudios coincidan con la mayoría de los puntos de muestreo considerados como relevantes a través del reconocimiento de campo<sup>8</sup> realizado, y que los parámetros físico químicos y bacteriológicos analizados sean los requeridos para determinar los indicadores de calidad y de contaminación de los cuerpos de agua para el año 2008, y que estos hayan sido muestreados y analizados aproximadamente en la misma época que se realizaría el 2015.

El segundo momento estuvo dado por las condiciones actuales, los datos del estado ambiental de la zona de estudio al año 2015, en términos de parámetros físicos, químicos y biológicos (bacteriológicos y bioindicadores) que fueron determinados a través del análisis de los cuerpos de agua, realizado por un laboratorio especializado contratado para realizar este servicio.

Las condiciones económicas del medio ambiente en cuestión en términos del crecimiento poblacional, industrial así como de actividad extractiva de áridos y agregados, también se

---

<sup>7</sup> Artículo científico – técnico, publicado en la Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, número 22, del año 2008.

<sup>8</sup> Realizado por personal de la Contraloría en octubre de 2015.

evaluó en los dos momentos de referencia a partir de información recabada de las entidades correspondientes.

En consecuencia, el periodo de evaluación para esta auditoría estuvo comprendido entre los años 2008 y 2015, que abarca un espacio de tiempo de ocho años, en el cual se conoció la variación del estado ambiental de la zona delimitada en la cuenca del río Guadalquivir, y a partir del cual se pudo evaluar los resultados de la gestión ambiental respecto de la mitigación de los impactos ambientales negativos generados en la cuenca.

### ***2.2.6 Profundidad del examen.***

Las Normas de Auditoría Ambiental definen la profundidad de la auditoría como la medida en que se examina el objeto sobre el cual se emitirá una opinión, lo que implica definir hasta dónde llegará el examen, tomando en cuanto las delimitaciones previas.

Respecto de la cuenca del río Guadalquivir, se definió que únicamente serían objeto de examen los cuerpos de agua que forman parte de este espacio geográfico y no necesariamente todos los cuerpos de agua. Se consideró parte del objeto y como componentes del estado ambiental, al río Guadalquivir desde Canasmoros hasta el Angosto en una extensión de aproximada de 60 km.

En este trayecto el río Guadalquivir recibe aportes de afluentes y quebradas, sin embargo fueron parte de la evaluación los ríos afluentes principales: Carachimayo, Calama, Erquis, Sella, Tolomosa, Santa Ana y Camacho. Asimismo, se consideraron 6 quebradas: Sosa, Sagredo, El Monte, San Pedro, Torrecillas y Cabeza de Toro, todas ubicadas dentro la jurisdicción del municipio de Tarija.

La evaluación de la calidad de las aguas en estos ríos y quebradas, se realizó únicamente antes de su confluencia con el río Guadalquivir, lo que implica que estos cuerpos de agua no fueron evaluados a lo largo de su curso, salvo los ríos Tolomosa y Camacho, en los que se tomaron en cuenta puntos adicionales a lo largo de su curso, debido a la presencia de modificaciones, como la existencia de un lago en el caso del río Tolomosa, y la existencia de puntos de descarga de aguas residuales en el caso del río Camacho.

En lo que respecta a las fuentes de contaminación que afectan de manera directa al río Guadalquivir y/o a sus afluentes, fueron considerados como parte del objeto de examen: descargas de aguas residuales domésticas e industriales, crudas y tratadas, de descarga directa y a través de plantas de tratamiento, provenientes de los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padacaya. De manera complementaria se hizo una evaluación particular, a través de laboratorio, a las siguientes descargas identificadas como las más representativas.

En el municipio de San Lorenzo:

- Descargas de aguas residuales domésticas de la comunidad de Canasmoros y de la Normal de Canasmoros que se vierten al río Guadalquivir.
- Descarga de las lagunas de almacenamiento de aguas residuales domésticas de la población de San Lorenzo que se vierte al río Guadalquivir.

En el municipio de Tarija:

- Descargas de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de COSSALT que se vierten a la quebrada Torrecillas y a partir de esta al río Guadalquivir.
- Descarga del matadero municipal a la quebrada Cabeza de Toro, que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga de las curtiembres San Juan y San Lorenzo a la quebrada Cabeza de Toro que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga de aguas residuales crudas a la quebrada Torrecillas que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga de aguas residuales crudas a la quebrada Sosa que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga de aguas residuales crudas a la quebrada Sagredo que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga de aguas residuales crudas colectadas a través del canal embovedado denominado Víbora Negra hacia la quebrada El Monte que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga de aguas residuales a la quebrada El Monte que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga de aguas residuales a la quebrada San Pedro que desemboca en el río Guadalquivir.

En el municipio de Uriondo:

- Descargas de aguas residuales de la comunidad de Calamuchita, que desembocan directamente al río Guadalquivir.
- Descargas de la planta de tratamiento de aguas residuales de la población de Uriondo que desemboca al río Camacho, afluente del río Guadalquivir.

En el municipio de Padcaya:

- Descargas de aguas residuales de las comunidades de Cañas y Chaguaya, que se vierten al río Camacho, afluente del río Guadalquivir.

Cabe mencionar que existen actividades industriales en la jurisdicción del municipio Tarija que no han sido identificadas de manera individual debido a que están conectadas a la red de alcantarillado y a través de ésta, sus efluentes son vertidos a la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis.

Para fines del seguimiento a la actividad industrial por parte de las instancias ambientales de los municipios de Tarija y San Lorenzo se han considerado a las más representativas, la selección se realizó por categoría y por la generación de efluentes líquidos. Formaron parte de la evaluación las actividades industriales con categorías 1, 2 y 3 que además generen efluentes líquidos producto de sus operaciones productivas y/o de mantenimiento y limpieza.

Para evaluar las consideraciones económicas en términos del crecimiento poblacional, se tomó en cuenta el crecimiento poblacional de las principales ciudades vinculadas con los cuerpos de agua de la cuenca, hablamos de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, sin embargo dado el espacio geográfico de estas dos últimas jurisdicciones, sólo algunas comunidades generan descargas a los cuerpos de agua de la cuenca, por lo que sólo se consideró el crecimiento poblacional de las comunidades de Calamuchita, Uriondo y Chocloca en el municipio de Uriondo, y de las comunidades de Cañas y Chaguaya en el municipio de Padcaya. Este crecimiento poblacional fue relacionado con la cobertura de alcantarillado sanitario en las ciudades y comunidades consideradas y el tratamiento de las aguas colectadas a través de la red de alcantarillado, lo que permitió evaluar su incidencia en el incremento de las descargas de aguas residuales hacia los cuerpos de agua y el consiguiente impacto ambiental.

En las consideraciones económicas también se tomó en cuenta el crecimiento de la actividad extractiva de áridos y agregados en los cuerpos de agua de la zona. La actividad extractiva de áridos y agregados estuvo circunscrita al río Guadalquivir y sus afluentes.

El crecimiento industrial se evaluó a nivel de cantidad de industrias incrementadas en todo el sector, priorizando a aquellas que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones. El crecimiento industrial solo fue evaluado en los municipios de San Lorenzo y Tarija, dado que los municipios de Uriondo y Padcaya reportaron no contar con actividad industrial dentro su jurisdicción.

### ***2.2.7 Objetivos específicos.***

Considerando que lo que se pretende evaluar son los resultados de la gestión ambiental en el periodo 2008-2015, respecto de la mitigación de los impactos ambientales negativos generados en la cuenca del río Guadalquivir, es que se plantearon dos objetivos específicos, el primero destinado a determinar el estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir en los años 2008 y 2015 y el segundo objetivo específico destinado a evaluar la variación que pudo generarse en el estado ambiental en el periodo de tiempo señalado, considerando además si los cambios producidos respondieron a las disposiciones preestablecidas por el Estado. Los objetivos específicos formulados son los siguientes.

- 1. Determinar el estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir en los años 2008 y 2015.*



2. *Evaluar si la variación del estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 responde a las disposiciones previstas por el Estado.*

### **3. CRITERIOS, MÉTODOS E INDICADORES.**

Los criterios manifiestan el «como debe ser», en este caso, el cómo debe ser el estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir en dos momentos dados, en el año 2008 y en el año 2015.

El estado ambiental, que es el aspecto evaluado en esta auditoría, se refiere a los componentes del medio ambiente considerados, es decir, los cuerpos de agua delimitados de la cuenca del río Guadalquivir y las fuentes de contaminación, examinados en términos de parámetros físicos, químicos, biológicos, etc., y evaluados en función de las condiciones económicas y sociales en las que se encontraba en los momentos considerados.

A continuación presentamos los criterios formulados para cada objetivo específico, los indicadores que han complementado la evaluación de los objetivos y el marco normativo de referencia correspondiente.

#### **3.1 Criterios del objetivo específico 1.**

##### ***3.1.1 Criterio 1 asociado a la aptitud de uso de los cuerpos de agua.***

El criterio 1 ha sido formulado para evaluar la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, a partir de su aptitud de uso.

De la información recabada durante la planificación general se obtuvo una serie de estudios realizados en la zona, que proporcionaron información acerca de los recursos hídricos de la cuenca del río Guadalquivir y de donde se pudo identificar su aptitud de uso. Esta información data del año 1999 y representó un antecedente para la auditoría.

El documento titulado «Estudio de saneamiento ambiental del río Guadalquivir – Diagnóstico de la situación sanitaria del río Guadalquivir»<sup>9</sup> hace referencia a la explotación de las aguas superficiales en esta cuenca, siendo una de ellas el abastecimiento de agua potable, sin embargo el mayor uso de los recursos hídricos de la cuenca se daba para riego. El aprovechamiento reportado en el estudio señala que esta práctica se realizaba a través de la derivación del agua superficial en numerosas acequias.

---

<sup>9</sup> Documento que forma parte de los productos elaborados para El Programa Estratégico de acción para la cuenca Binacional del río Bermejo (PEA), elaborado por el Instituto Interuniversitario Boliviano de Recursos Hídricos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y el Centro de Investigaciones Hidráulicas del Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, de La República de Cuba, año 1999.

Según cita el estudio, la zona alta de la cuenca del río Guadalquivir era esencialmente agropecuaria pero de subsistencia, ya que el 90% de la producción total se destinaba al consumo familiar y sólo en caso de existir excedentes, estos eran comercializados en el mercado local. La actividad agrícola no era mayor debido a la escasa disponibilidad de terrenos aptos para la agricultura y la reducida extensión de los mismos.

La producción agrícola de la zona, según cita el estudio se concentraba fundamentalmente en algunos productos como: maíz, papa, arveja, trigo, que conformaban los alimentos básicos, además de otros de producción a menor escala que comprendía: haba, poroto, cebolla y leguminosas.

El estudio hace mención también a otro aspecto asociado a la aptitud de uso de los cuerpos de agua de la cuenca, que tienen que ver con las actividades turísticas, de esparcimiento y de recreación acuática, las zonas destinadas a este tipo de actividades fueron modificándose con el tiempo y trasladándose hacia las zonas más altas de la cuenca.



Cuando se realizó la visita de campo en octubre de 2015 y la confirmación de puntos de muestreo en abril de 2016, se pudo evidenciar que los aspectos mencionados en el estudio del año 1999 no se modificaron en lo que a la aptitud de uso de los cuerpos de agua de la cuenca se refiere, se pudo advertir que persiste la actividad agrícola en la parte alta y baja de la cuenca siendo el modo de acequias y canales el empleado para abastecerse de agua para el riego de los cultivos.



En cuanto a la actividad recreativa, también se pudo advertir que esta aptitud de uso del río Guadalquivir persiste, y se manifiesta de manera predominante en la zona alta de la cuenca, desde la comunidad de Trancas hasta la comunidad de Tomatitas, tal como lo señaló el estudio de referencia; también se observó esta práctica, pero menos recurrente, en lugares de la cuenca baja.

A partir de estos antecedentes se ha formulado el criterio, tomando en cuenta el marco normativo de referencia y se ha complementado con el diseño de indicadores. Estos datos



que se presentan en el siguiente cuadro, han sido extractados del Memorándum de Planificación de Auditoría (MPA), junto a la descripción de los métodos empleados.

**Criterio 1, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1**  
**Cuadro 3.1**

<b>Criterio</b>	<b>Sustento normativo</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Métodos</b>
<i>La calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir responde a su aptitud de uso (riego y recreación).</i>	<b>Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.</b> <b>Artículo 37.</b> En los casos en que un cuerpo de agua tenga varias aptitudes de uso, los valores de los límites máximos permisibles para los parámetros indicados en el Anexo A se fijarán de acuerdo con la aptitud de uso más restrictiva del cuerpo de agua.	1. Índice de Calidad del Agua-ICA-NSF (a determinarse para el año 2008).  2. Índice de Calidad del Agua-ICA-NSF (a determinarse para el año 2015).	El cálculo del índice de calidad ICA-NSF se realizó conforme la metodología que se explica en el acápite correspondiente a la aplicación de estos indicadores.

Fuente: extractado del Anexo 1 del MPA.

Los indicadores han sido asociados a un índice de calidad denominados ICA-NSF como indicador de la calidad del agua, cuyos valores pueden ser vinculados a la aptitud de uso de cuerpos de agua. Se ha hecho uso de este indicador debido a que el río Guadalquivir aún no cuenta con una clasificación de agua aprobada en el marco de las disposiciones de la Ley 1333, que establezca un estándar de referencia válido a nivel nacional.

El Índice de Calidad del Agua (ICA), es una expresión matemática de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros físico químicos y bacteriológicos, los cuales sirven como una medida de calidad del agua, y permiten valorar este recurso para un determinado uso. Este índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color. Su ventaja radica, en que la información puede ser interpretada más fácilmente que una lista de valores.

El cálculo del índice se realiza a partir de 9 parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos (oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales, pH, demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), sólidos disueltos totales (SDT), nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), fosfatos (PO<sub>3</sub><sup>-</sup>), temperatura y turbidez), determinados por un grupo de expertos a través de la metodología Delphi, tomando en cuenta el criterio profesional colectivo y los conocimientos del medio acuático o foco de contaminación; también asignaron los pesos relativos del parámetro (W<sub>i</sub>) correspondiente a los factores de contaminación en aguas de acuerdo a su uso e importancia en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración. Los resultados de la aplicación del indicador se representan en una escala de colores que corresponden a un rango de calidad del agua, las mismas que se muestran en el siguiente cuadro.

**Escala de clasificación del ICA-NSF**

**Cuadro 3.2**

Escala de color	Rango
excelente	91 - 100
Buena	71 - 90
Media	51 - 70
Mala	26 - 50
muy mala	0 - 25

Fuente: Samboni Ruiz, N.E, Carvajal Escobar, Y. y Escobar, J.C. (2007). «Revisión de parámetros físicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua». Ingeniería e Investigación, Vol. 27, número 3. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

Como el criterio relaciona la calidad de los cuerpos de agua con la aptitud de uso, se ha revisado bibliografía que nos permita identificar esta relación. Se encontraron diversos artículos de investigación, entre los cuales se tiene el documento titulado «Water Quality Indices: A survey of índices used in the United States»<sup>10</sup> que relaciona el índice de calidad ICA con el uso de los cuerpos de agua, establecido por Dinius<sup>11</sup> a través de un lenguaje descriptivo que aplica a todos los índices de calidad en general.

**Valores del Índice de Calidad del Agua (ICA) de acuerdo a la aptitud de uso**

**Cuadro 3.3**

ICA	Abastecimiento público	Recreación	Pesca y vida acuática	Industrial y agrícola	Navegación	Transporte de desechos tratados
100	No requiere purificación	Aceptable para todo tipo de deporte acuático	Aceptable para todo tipo de peces	No requiere purificación	Aceptable	Aceptable
90	Requiere ligera purificación			Requiere purificación para algunos usos industriales y agrícolas		
80	Mayor necesidad de tratamiento	Aún aceptable, pero no recomendable	Escaso margen para la trucha Dudoso para peces sensibles	No requiere tratamiento para uso industrial o agrícola	Aceptable	Aceptable
70						
60	Dudoso	Dudoso para contacto directo	Sólo peces resistentes	Con tratamiento para la mayor del uso industrial y agrícola	Aceptable	Aceptable
50						
40	Inaceptable	Sólo navegación, evitar contacto con el agua	Inaceptable	Uso restringido	Aparece contaminación evidente	Inaceptable
30		Aparece contaminación evidente				
20		Contaminación evidente Inaceptable				
10	Inaceptable	Contaminación evidente Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable Contaminación evidente	Inaceptable
0						

<sup>10</sup> Wayne R. Ott, Office Monitoring and Technical Support, Office of research and development U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Washington, D.C. 2060, January 1978 (Oficina de monitoreo y apoyo técnico, Oficina de investigación y desarrollo de los Estados Unidos, Agencia de Protección Ambiental, Washington, D. C.

<sup>11</sup> Autor del documento titulado «Social accounting system of evaluating water resources», 1972.

En el cuadro 3.3 se puede apreciar la escala de rangos de calidad que va desde 0 hasta 100 en la vertical y en la horizontal se distribuyen los diferentes usos del agua estableciendo límites y consideraciones según el uso. A partir de esta información fue posible establecer cuál es el valor mínimo que debe tener el ICA para que, en este caso el río Guadalquivir, tenga la calidad mínima para cumplir con su aptitud de uso.

De acuerdo al cuadro anterior, el índice ICA debe tener un valor mínimo de 51, que en la escala de clasificación corresponde a aguas de calidad media (color amarillo), para que su uso sea apto en actividades agrícolas y sea aceptable para actividades de recreación.

### **3.1.2 Criterio 2, asociado a las descargas que se vierten a los cuerpos de agua de la cuenca.**

El segundo criterio formulado ha sido asociado a uno de los factores principales que inciden en la calidad de las aguas de los ríos de la cuenca de estudio, y tiene que ver con las descargas líquidas que se vierten hacia los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir. El criterio ha sido diseñado tomando en cuenta los estándares establecidos en la normativa vigente para el vertido de descargas hacia cuerpos de agua o hacia la red de alcantarillado.

El siguiente cuadro resume información referida al criterio 2, junto al marco normativo de referencia y los indicadores empleados para esta evaluación, así como los métodos empleados para su aplicación.

**Criterios 2, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1**  
**Cuadro 3.4**

<b>Criterio</b>	<b>Sustento normativo</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Métodos</b>
<i>Toda descarga que se vierte a un cuerpo de agua o a la red de alcantarillado debe cumplir con los estándares y disposiciones establecidas en la normativa.</i>	<p><b>Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica</b></p> <p><b>Artículo 19.</b> Las obras, proyectos y actividades que estén descargando o planeen descargas aguas residuales a los colectores del alcantarillado o de parques industriales, no requerirán permiso de descarga ni la presentación del informe de caracterización, en las siguientes situaciones:</p> <p><b>a)</b> Las obras, proyectos o actividades en proceso de operación o implementación deberán incluir, en el Manifiesto Ambiental fotocopia legalizada del contrato de descarga a los colectores sanitarios suscrito con los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado o administrativos de parques industriales correspondientes;</p> <p><b>Artículo 20.</b> La presentación de medidas de mitigación en el Manifiesto Ambiental y la caracterización de las descargas de aguas residuales crudas o tratadas, no serán exigidas a las industrias que hayan firmado contratos para descargar a los colectores de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado o de las administraciones de parques industriales,</p>	<p><b>Para el año 2008:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Número de industrias con Informe Ambiental Anual (IAA) al 2008/número de industrias registradas (cat.1,2 y 3) al 2008</li> <li>Número de industrias cuyas descargas superan los límites del RASIM al 2008/número de industrias con IAA al 2008.</li> <li>Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado con convenio al 2008/ Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado al año 2008.</li> </ol>	<p>Se solicitó información a las entidades involucradas para cada uno de los aspectos considerados en los indicadores tomando en cuenta la profundidad delimitada.</p> <p>La información de las descargas industriales del año 2008 se recabó de los Informes Ambientales Anuales presentados por las industrias a las Instancias Ambientales Municipales. Esta</p>

Criterio	Sustento normativo	Indicadores	Métodos
	<p>respectivamente.</p> <p><b>Artículo 23.</b> Las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a los colectores de alcantarillado sanitario serán aceptables si a juicio del correspondiente Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado o la administración del parque industrial no interfieren los procesos de tratamiento de la planta ni perjudican a los colectores sanitarios; con los criterios a aplicar en cuanto a los límites de calidad de las descargas serán los siguientes:</p> <p>b) para los casos de parques industriales sin plantas de tratamiento, que descargan a los colectores del alcantarillado sanitario, los límites de calidad serán fijados por la Administración del Servicio de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, propietaria de los colectores.</p> <p><b>Artículo 46.</b> Todas las descargas de los lagos de aguas residuales crudas o tratadas a ríos o arroyos, procedentes de usos domésticos, industriales, agrícolas, ganaderos o cualquier otra actividad que contamine el agua, deberán ser tratadas previamente a su descarga hasta satisfacer la calidad establecida del cuerpo receptor.</p> <p><b>Artículo 72.</b> En tanto sean definidas las Clases de los cuerpos receptores a las que hacen referencia los Art. 4, 5, 6 y 7 del presente reglamento, regirán los parámetros y sus respectivos valores límite, incluidos en el Anexo A- 2. Una vez determinada la Clase de un determinado cuerpo de agua, se aplicará los criterios de evaluación de impacto ambiental y adecuación ambiental, en base a los límites establecidos en el Cuadro A-1 - Anexo A del presente reglamento.</p> <p><b>Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero aprobado mediante D.S 26736 del 30 de julio de 2002</b></p> <p><b>Artículo 23 (Categorización)*.</b> La IAGM categorizará a las industrias sobre la base del Anexo 1 de la siguiente manera: II Las industrias en operación a) categorías 1,2 y 3 requieren de un Manifiesto Ambiental Industrial y un Plan de Manejo Ambiental (PMA).</p> <p><b>Artículo 59. (Presentación)*.</b> Con el objeto de realizar seguimiento al cumplimiento del PMA, el Representante Legal deberá presentar a la IAGM un informe Ambiental Anual... El informe Ambiental Anual deberá ser presentado hasta el 30 de mayo de cada año con la información de cierre del año anterior.</p> <p><b>Artículo 76 (Disposición de descargas). Las industrias tienen las siguientes posibilidades de disponer descargas:</b></p> <p>a) Conectarse a un sistema de alcantarillado autorizado para descargas industriales, de acuerdo a contrato de descarga entre la industria y la Entidad Prestadora de los Servicios de Agua</p>	<p>4. Número de industrias monitoreadas por COSAALT que superan los límites permisibles al 2008/número de industrias monitoreadas al 2008.</p> <p>5. Número de reportes de la PTAR que superan los límites del RMCH 2008/número de reportes de la PTAR en la gestión 2008.</p> <p>6. Número de puntos de descarga de aguas residuales domésticas (ARD) crudas directas a cuerpos de agua 2008.</p> <p><i>Para el año 2015:</i></p> <p>7. Número de industrias con Informe Ambiental Anual (IAA) al 2015/número de industrias registradas (cat.1,2 y 3) al 2015</p> <p>8. Número de industrias cuyas descargas superan los límites del RASIM al 2015/número de industrias con IAA al 2015.</p> <p>9. Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado con convenio al 2015/ Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado al año 2015.</p> <p>10. Número de industrias monitoreadas por COSAALT que superan los límites permisibles al 2015/número de industrias monitoreadas al 2015.</p> <p>11. Número de reportes de la PTAR que superan los</p>	<p>información se recabó también de los reportes de monitoreo de las descargas industriales generados por COSAALT.</p> <p>La información de las descargas de la PTAR del municipio de Tarija se obtuvo a partir de los reportes de monitoreo generados por COSAALT. Para el caso del municipio de San Lorenzo y Uriondo, la información se obtuvo de documentos de referencia y de los resultados de las muestras analizadas por el laboratorio contratado por la Contraloría para tal fin.</p> <p>La información de los puntos de descargas directas a cuerpos de agua de ARD, fue solicitada a COSAALT.</p> <p>En lo que respecta a los límites permisibles a considerar para descargas industriales, estos corresponden a los del anexo 13-C del RASIM y para descargas de PTAR estos corresponden a los del anexo A-2 del RMCH.</p>

Criterio	Sustento normativo	Indicadores	Métodos
	<p>Potable y alcantarillado Sanitario (EPSA). b) Transportar a una planta de tratamiento o a un punto de descarga de alcantarillado industrial autorizado, de acuerdo a contrato de descarga entre la industria y EPSA.</p> <p><b>Disposición Transitoria Tercera.</b> ...La industria tomará como referencia los límites permisibles de descargas líquidas del Anexo 13 C cuando se descargue en un cuerpo de agua no clasificado y los del anexo 13-A cuando el cuerpo de agua esté clasificado, mientras se establezcan las normas técnicas de descargas.</p> <p><b>Contrato para uso y aprovechamiento del recurso agua y concesión de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario</b><sup>12</sup>.</p> <p><b>Anexo 1 – Metas de Calidad</b></p> <p><b>1.2.4 Tratamiento de descargas de aguas servidas...</b></p> <p>El Concesionario deberá establecer procedimientos técnicos – administrativos en el plazo de un(1) año, a partir de la fecha de suscripción del contrato, para elaborar convenios con las industrias, instituciones y empresas que descarguen sus aguas servidas crudas o tratadas en los colectores sanitarios o plantas de tratamiento de su propiedad o que estén bajo su control.</p> <p><b>1.2.6. Registro de generadores de efluentes industriales</b></p> <p>En el plazo máximo de dieciocho meses desde la fecha de suscripción del contrato, el Concesionario (COSAALT) deberá presentar a la Superintendencia (actual Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS), un registro de generadores de efluentes industriales que descarguen a las redes sanitarias o a vaciaderos habilitados en el área de concesión. Dicho registro, que deberá actualizarse regularmente, contendrá como mínimo la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos generales del generador.</li> <li>- Proceso originante del efluente industrial.</li> <li>- Caracterización del efluente industrial, indicando características cualitativas y cuantitativas suficientemente representativas del mismo.</li> <li>- Los requisitos establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.</li> </ul> <p>A estos efectos, el concesionario (COSAALT) estará facultado a solicitar la información necesaria al generador. El registro deberá ser actualizado cada seis meses por el concesionario (COSAALT).</p>	<p>límites del RMCH 2015/número de reportes de la PTAR en la gestión 2015.</p> <p>12. Número de puntos de descarga de aguas residuales domésticas (ARD) crudas directas a cuerpos de agua 2015.</p>	

\*Artículos complementados.

Fuente: extractado del Anexo 1 del MPA.

<sup>12</sup> Suscrito entre la entonces Superintendencia de Saneamiento Básico (actual Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS) y la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado Tarija Ltda. (COSAALT), del 16 de febrero 2001.



Cabe señalar que en el MPA, se formularon 8 indicadores para evaluar el tema en cuestión en dos momentos dados, en la gestión 2008 y en la gestión 2015, sin embargo, a tiempo de revisar la documentación recabada, se vio por conveniente formular nuevos indicadores y/o modificar en varios casos el texto original, esto con el fin de realizar una evaluación más precisa que además complementa de manera puntual en temas concretos a la evaluación del criterio. Para ser más precisos se han incluido como nuevos los indicadores: 1, 2, 4 y 10, y se ha modificado el texto del resto de indicadores excepto de los dos últimos, respecto de lo descrito en el MPA.

Los nuevos indicadores han sido diseñados para evaluar las descargas industriales, diferenciándolas por documento de referencia y entidad a cargo, por un lado se tomó en cuenta el Informe Ambiental Anual proporcionado por las Instancias Ambientales Municipales y por otro lado, se tomaron en cuenta los reportes de monitoreo de industrias generados por la empresa operadora del servicio de alcantarillado (COSAALT). Estas consideraciones se tomaron en cuenta para los dos momentos definidos en el periodo de evaluación. El marco normativo también fue complementado acorde a estas modificaciones.

### 3.1.3 Criterio 3, asociado a la extracción de áridos y agregados en los ríos de la cuenca.

La formulación del criterio 3 estuvo orientado a evaluar la regulación de la actividad de extracción de áridos y agregados en los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, para ello se han formulado indicadores que han permitido conocer el alcance de la información que manejan las instancias a cargo de su regulación. El siguiente cuadro muestra el criterio formulado, el marco normativo de referencia, los indicadores diseñados y los métodos empleados en la evaluación.

#### Criterios 3, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1

Cuadro 3.5

Criterio	Sustento normativo	Indicadores	Métodos
<i>La extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir debe ser regulada para evitar impactos ambientales.</i>	<p><b>Ley 3425 de Áridos y agregados, del 20 de junio de 2006.</b></p> <p><b>Artículo 1. (Concepto)</b> Se considera como áridos o agregados a la arena, cascajo, ripio, piedra, grava, gravilla, arenilla, lama, arcilla y turba que se encuentran en los lechos y/o márgenes de los ríos o en cualquier parte de la superficie o interior de la tierra.</p> <p><b>Artículo 3.</b> La administración y la regulación de los áridos o agregados, estará a cargo de los Gobiernos Municipales, en coordinación con las organizaciones campesinas y las comunidades colindantes con los ríos.</p> <p><b>Artículo 4.</b> Los Gobiernos Municipales, mediante Ordenanzas Municipales, aprobarán las normas de manejo y conservación de los ríos y las cuencas de su jurisdicción municipal, donde estarán establecidas las normas de explotación de agregados. Estas normas</p>	<p><b>Para el año 2008:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Número de empresas identificadas que se dedican a la extracción de áridos al 2008.</li> <li>Número de empresas autorizadas al 2008 para la extracción de áridos y agregados.</li> <li>Áreas aptas identificadas para extracción de áridos al 2008.</li> </ol>	<p>Se realizaron consultas específicas a los municipios que forman parte del alcance de la auditoría, para cada uno de los aspectos considerados en los indicadores tomando en cuenta la profundidad señalada.</p>

Criterio	Sustento normativo	Indicadores	Métodos
	<p>deben estar enmarcadas en la Ley de Medio Ambiente y sus reglamentos. Para los ríos y cuencas que abarcan varios municipios, los Gobiernos Municipales de estos municipios de forma conjunta, elaboraran sus planes de manejo y conservación de ríos y cuencas.</p> <p><b>Artículo 5.</b> Los Gobiernos Municipales, mediante Ordenanzas Municipales, aprobaran las tasas por la explotación de los áridos; estos recursos estarán destinados al plan de manejo de los ríos y cuencas, a la construcción de defensivos y a obras que beneficien a las comunidades colindantes con los ríos.</p> <p><b>Constitución Política del Estado</b> <b>Artículo 302.</b> <b>I.</b> Son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción: ... 41. Áridos y agregados, en coordinación con los pueblos indígena originario campesinos, cuando corresponda.</p> <p><b>Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Bólvarez” 031 del 19 de julio de 2010.</b> <b>Artículo 90. (Áridos y agregados).</b> <b>I.</b> De acuerdo a la competencia compartida del Numeral 2, Parágrafo II del Artículo 304 de la Constitución Política del Estado, el nivel central del Estado a partir de la legislación básica tendrá la siguiente competencia: 1. El nivel central del Estado, a través de la política minera y de conservación de cuencas, biodiversidad, recursos hídricos y medio ambiente, establecerá las áreas de explotación minera de aluvial en las que se depositan y/o acumulan minerales y metales mezclados con arena o grava y las áreas de explotación de áridos y agregados. Los gobiernos municipales tendrán a su cargo el manejo de áridos y agregados según manda el del Numeral 41, Parágrafo I del Artículo 302 de la Constitución Política del Estado en coordinación con los pueblos indígena originario campesinos cuando corresponda.</p> <p><b>Ley 535 de Minería y Metalurgia del 19 de mayo de 2014.</b> <b>Artículo 4. (RÉGIMEN DE ÁRIDOS).</b> <b>I.</b> Se considera áridos a la arena, cascajo, ripio, piedra, grava, gravilla y arenilla que se presentan como materiales detríticos. <b>II.</b> Los gobiernos autónomos municipales en coordinación con los Pueblos Indígena Originario Campesinos, cuando corresponda, regularán el manejo y explotación de áridos y agregados, quedando excluidos de la competencia de la Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera - AJAM. <b>Ley 3762 del 07 de noviembre de 2007</b> declara al río Camacho zona de protección ambiental.</p>	<p><b>Para el año 2015:</b></p> <p>4. Número de empresas identificadas que se dedican a la extracción de áridos al 2015.</p> <p>5. Número de empresas autorizadas al 2015 para la extracción de áridos y agregados.</p> <p>6. Áreas aptas identificadas para extracción de áridos al 2015.</p>	

Fuente: extractado del Anexo 1 del MPA.

Cabe señalar que los indicadores no corresponden en su integridad a los formulados en la planificación que figuran en el MPA. La documentación recabada sobre el tema permitió readecuar el texto de los indicadores para evaluar la situación de la regulación de la actividad de extracción de áridos a partir de aspectos puntuales, como la emisión de autorizaciones y la identificación de áreas aptas para la extracción de áridos y agregados, tal como figura en el cuadro precedente; de tal forma que el tema de la normativa, que fue considerado inicialmente en los indicadores en el MPA quedó excluido de la condición del hallazgo, llegando a conformar más bien parte integrante de las causas como se verá más adelante.

### **3.1.4 Criterio 4, asociado al servicio de alcantarillado sanitario y al tratamiento de aguas residuales en las poblaciones de la cuenca.**

El criterio fue diseñado para evaluar el tema del alcantarillado sanitario y el tratamiento de las aguas residuales en la zona de influencia de la cuenca del río Guadalquivir. El criterio, el marco normativo, los indicadores y los métodos empleados se citan en el siguiente cuadro.

**Criterios 4, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 1**  
**Cuadro 3.6**

<b>Criterio</b>	<b>Sustento Normativo</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Métodos</b>
<i>El servicio de alcantarillado y tratamiento de ARD responde a la demanda poblacional e industrial.</i>	<p><b>Constitución Política del Estado</b> <b>Artículo 20.</b> I. Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones.</p> <p><b>Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica</b> <b>Artículo 50.</b> Las aguas residuales provenientes de centros urbanos requieren de tratamiento antes de su descarga en los cursos de agua o infiltración en los suelos...</p> <p><b>Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero aprobado mediante D.S 26736 del 30 de julio de 2002</b> <b>Artículo 76 (Disposición de descargas).</b> Las industrias tienen las</p>	<p><i>Para el año 2008:</i></p> <p><i>Para el municipio de Tarija:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. % Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (área de concesión)= población servida*100/población del área de concesión.</li> <li>2. Población del área de concesión al año 2008/población total del municipio al año 2008.</li> </ol> <p><i>Para los municipios restantes:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. % Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (población total) = población servida*100/población total del municipio.</li> </ol> <p><i>Para los municipios con actividad industrial:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2008 /número de industrias registradas al año 2008.</li> </ol> <p><i>Para los municipios que cuentan con algún tipo de tratamiento de AR:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Volumen de AR tratadas al año 2008/Volumen de aguas colectadas por la red de alcantarillado al año 2008.</li> </ol>	<p>Se realizaron consultas específicas a las entidades involucradas, para cada uno de los aspectos considerados en los indicadores tomando en cuenta la profundidad señalada.</p>

Criterio	Sustento Normativo	Indicadores	Métodos
	<p>siguientes posibilidades de disponer descargas:...</p> <p>a) Conectarse a un sistema de alcantarillado autorizado para descargas industriales, de acuerdo a contrato de descarga entre la industria y la Entidad Prestadora de los Servicios de Agua Potable y alcantarillado Sanitario (EPSA).</p> <p>b) Transportar a una planta de tratamiento o a un punto de descarga de alcantarillado industrial autorizado, de acuerdo a contrato de descarga entre la industria y EPSA....</p>	<p><i>Para el año 2015:</i></p> <p><i>Para el municipio de Tarija:</i></p> <p>6. % Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (área de concesión)=población servida*100/ población del área de concesión.</p> <p>7. Población del área de concesión al año2015/población total del municipio al año 2015.</p> <p><i>Para los municipios restantes:</i></p> <p>8. % Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total) = población servida*100/población total del municipio.</p> <p><i>Para los municipios con actividad industrial:</i></p> <p>9. Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2015/número de industrias registradas al año 2015.</p> <p><i>Para los municipios que cuentan con algún tipo de tratamiento de AR</i></p> <p>10. Volumen de AR tratadas al año 2015/Volumen de aguas colectadas por la red de alcantarillado al año 2015.</p>	

Fuente: extractado del MPA.

Cabe señalar que a partir de la información recibida se han podido analizar mejor los datos relacionados con los indicadores y se ha visto por conveniente realizar algunos ajustes respecto de lo presentado en el MPA. Los indicadores 1 y 6 fueron modificados dado que no existe una variación en el área de concesión dentro los años comprendidos en el periodo de evaluación (2008-2015), por lo que han sido reescritos en ese sentido.

Se ha visto por conveniente reescribir también los indicadores 1, 3, 6 y 8 para evaluar a grupos poblacionales específicos (la población total del municipio y la del área de concesión) de tal forma que no existan posibilidades de confusión en los resultados a obtener por cada uno de ellos.

### 3.2 Criterios del objetivo específico 2.

El criterio formulado para este objetivo ha sido asociado a lo que se espera debería ser la variación del estado ambiental en dos momentos dados, tomando en cuenta las disposiciones normativas vigentes. Asimismo, los indicadores que complementan esta evaluación han sido formulados para evaluar precisamente esta variación y están asociados a cada uno de los aspectos analizados en el objetivo específico 1. El siguiente cuadro

muestra el texto del criterio, los indicadores formulados, el marco normativo de referencia y los métodos empleados.

**Criterio, sustento normativo e indicadores para evaluar el objetivo específico 2**  
**Cuadro 3.7**

Criterio	Sustento normativo	Indicadores	Métodos
<p><i>Los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir deben ser restaurados a fin de que sus condiciones, refiriéndonos a la calidad de los cuerpos de agua, se aproximen a las preexistentes al daño.</i></p>	<p><b>Constitución Política del Estado</b> <b>Artículo 33.</b> Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente. <b>Ley 71 de Derechos de la Madre Tierra del 21 de diciembre de 2010</b> <b>Artículo 7. Derechos de la Madre Tierra.</b> 6. <u>A la restauración.</u> Es el derecho a la restauración oportuna y efectiva de los sistemas de vida afectados por las actividades humanas directa o indirectamente. <b>Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para vivir bien del 05 de septiembre de 2012<sup>13</sup></b> <b>Artículo 4 (Principios).</b> Los principios que rigen en la presente Ley además, de los establecidos en el artículo 2 de la Ley 71 de Derechos de la Madre Tierra son: <b>5. Garantía de restauración.</b> El Estado Plurinacional de Bolivia y cualquier persona individual, colectiva o comunitaria que ocasione daños de forma accidental o premeditada a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra, está obligada a realizar una integral y efectiva restauración o rehabilitación de la funcionalidad de los mismos, de manera que se aproximen a las condiciones preexistentes al daño, independientemente de otras responsabilidades que puedan determinarse. <b>Artículo 5 (Definiciones).</b> A los efectos de la presente Ley se entiende por:... <b>10. Restauración.</b> Es el proceso planificado de modificación intencional</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variación ICA-NSF 2008-2015</li> <li>2. Variación del ICO modificado de Prati 2008-2015.</li> <li>3. Variación del BMWP/BOL 2008-2015.</li> <li>4. Variación del crecimiento poblacional, industrial y de la actividad extractiva entre los años 2008-2015.</li> <li>5. Variación industrias conectadas a la red de alcantarillado sanitario 2008-2015.</li> <li>6. Variación de la calidad de las descargas industriales 2008-2015 (a partir de los Informes Ambientales Anuales y a partir del monitoreo de COSSALT).</li> <li>7. Variación industrias con convenio para el tratamiento de sus aguas residuales 2008-2015.</li> <li>8. Variación cobertura alcantarillado sanitario 2008-2015.</li> <li>9. Variación de volumen de AR tratadas 2008-2015.</li> <li>10. Variación en la calidad de las descargas de las PTARs 2008-2015</li> <li>11. Acciones realizadas, asociadas a la restauración de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir en el municipio de San Lorenzo, entre los años 2008-2015.</li> <li>12. Acciones realizadas, asociadas a la restauración de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir en el municipio de Tarija, entre los años 2008-2015.</li> <li>13. Acciones realizadas, asociadas a la restauración de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir en el municipio de Uriondo, entre los años 2008-2015.</li> <li>14. Acciones realizadas, asociadas a</li> </ol>	<p>El cálculo de los indicadores de calidad (ICA-NSF), de contaminación orgánica (ICO modificado de Prati) y de calidad biológica (BMWP/Bol), se realizó conforme la metodología que se explica en el acápite correspondiente a la aplicación de estos indicadores.</p> <p>A partir de los resultados del cálculo de los indicadores se estableció la variación en cada caso.</p> <p>Se realizaron consultas específicas a las entidades involucradas, para cada uno de los aspectos considerados en los indicadores tomando en cuenta la profundidad señalada.</p>

<sup>13</sup> Cabe aclarar que si bien esta Ley aún no se encuentra vigente por lo establecido en su única disposición final, las definiciones son consideradas de alcance general por lo que se las cita en el alcance normativo de esta auditoría.



Criterio	Sustento normativo	Indicadores	Métodos
	de una zona de vida o sistema de vida alterado con el objetivo de restablecer la diversidad de sus componentes, procesos, ciclos, relaciones e interacciones y su dinámica, de manera que se aproximen a las condiciones preexistentes al daño, en un tiempo definido. El sistema resultante debe ser auto sustentable en términos ecológicos, sociales, culturales y económicos.	la restauración de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir en el municipio de Padcaya, entre los años 2008-2015. 15. Acciones realizadas, asociadas a la restauración integral de la cuenca del río Guadalquivir, entre los años 2008-2015.	

Fuente: elaboración propia y extractos del MPA.

Se debe tomar en cuenta que al margen de los indicadores señalados en el MPA, se han incorporado otros y eliminado alguno, debido a que se ha visto la necesidad de precisar la evaluación en determinados temas, a partir de modificaciones que ya se llevaron a cabo en indicadores asociados al objetivo 1.

Se ha omitido el indicador 10, debido a que el tema considerado pasó a ser parte de las causas. Por otro lado se incluyó un nuevo indicador, el número 13, para evaluar la variación de la calidad de las descargas industriales a partir de dos fuentes, los Informes Ambientales Anuales presentados a la IAGM y los reportes de control de COSAALT; también se ha incluido el indicador 16 para evaluar la variación de la calidad de las descargas vertidas por las plantas de tratamiento existentes en la zona de estudio y; finalmente se incluyó el indicador 21 destinado a evaluar las acciones realizadas asociadas a la restauración de la cuenca. Para mantener la coherencia con lo que busca el objetivo específico en cuestión, se ha modificado el texto de los indicadores 17 al 20 de tal forma que a partir de los resultados de su aplicación se pueda emitir una opinión sobre la variación de las acciones realizadas.

Todos los aspectos hasta acá expuestos conformaron los resultados de la planificación específica que fueron plasmados en el Memorandum de Planificación de Auditoría (MPA), con las modificaciones del trabajo de campo de la auditoría. Los alcances específicos, así como los criterios diseñados para la evaluación fueron dados a conocer a las entidades involucradas a través de reuniones explicativas que se llevaron a cabo en fechas 18 y 26 de abril de 2016 en la ciudad de Tarija y en la ciudad de La Paz respectivamente, donde se presentó una exposición de los aspectos antes señalados. Asimismo, esta información fue comunicada oficialmente a las Máximas Autoridades Ejecutivas<sup>14</sup> de las entidades sujetos de examen, poniendo en antecedente la explicación antes referida, además de hacerles llegar una copia del documento.

<sup>14</sup> Mediante las notas: CGE/SCAT/GAA/119/2016 del 05 de septiembre de 2016, CGE/SCAT/GAA/120/2016 del 05 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/121/2016 del 06 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/122/2016 del 08 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/123/2016 del 06 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/124/2016 del 06 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/125/2016 del 06 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/126/2016 del 06 de mayo de 2016, CGE/SCAT/GAA/127/2016 del 06 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/128/2016 del 07 de abril de 2016, CGE/SCAT/GAA/134/2016 del 06 de abril de 2016.

#### **4. RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL OBJETIVO 1.**

El estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir tanto en el año 2008 como en el año 2015, ha sido establecido a partir de temas considerados determinantes para evaluar la gestión ambiental en la cuenca. Cada tema se refleja en la aplicación de los indicadores asociados a los respectivos criterios formulados.

A continuación presentamos los resultados del hallazgo asociados al objetivo específico 1, en primera instancia se presentan los resultados del estado ambiental de la cuenca para el año 2008 y luego para el año 2015.

##### **4.1 Estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir año 2008.**

###### **4.1.1 Calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.**

La calidad de agua del río Guadalquivir fue determinada a partir de la aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF), como indicador definido para esta auditoría.

La aplicación del índice de calidad para el año 2008 se realizó empleando los resultados de las mediciones registradas en el documento seleccionado como línea base, titulado «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, elaborado el año 2008<sup>15</sup>.

El estudio de referencia señala que ejecutaron dos campañas de muestreo a lo largo de la cuenca del río Bermejo, la primera el 07, 10 y 11 de julio de 2008 y la segunda campaña el 25 y 26 de julio y el 02 de agosto del mismo año. Fueron monitoreados 21 puntos de muestreo dentro la cuenca del río Bermejo, de los cuales 5 pertenecen al río Guadalquivir. La descripción de los puntos de muestreo considerados en el documento de línea base, que se encuentran dentro la zona de estudio definido para la presente auditoría se encuentran en el cuadro I del anexo 2 del presente documento. La ubicación de estos puntos de muestreo se puede apreciar en el mapa 1 del anexo 4.

Del documento empleado como línea base, han sido extractados los valores de los parámetros medidos, necesarios para la determinación del índice de calidad, sin embargo como se llevaron a cabo dos campañas de muestreo, para el cálculo del indicador se ha determinado emplear los datos promedio de los valores medidos en ambas campañas, dado que ambas se ejecutaron en fechas próximas entre sí en la época de estiaje. En las tablas I, II y III del anexo 2 de este documento, se encuentran los datos de las mediciones de ambas campañas y los valores promedio, estos últimos empleados para el cálculo del ICA-NSF. La determinación del índice ICA-NSF se calculó a partir de la siguiente fórmula:

---

<sup>15</sup> El documento fue remitido en formato digital por la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN-PB), mediante nota OTN-PN/DGE/ARS N° 239/2015, recibida el 17 de septiembre de 2015.

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (Q_i * W_i)$$

Donde:

ICA = Índice de Calidad del Agua.

$Q_i$  = Subíndice del parámetro  $i$ .

$W_i$  = Peso relativo o peso de importancia para el subíndice del parámetro  $i$ .

Cabe mencionar que en las dos campañas realizadas en el año 2008, no fueron registrados los datos de la temperatura del ambiente, ni de la muestra de agua, que es un parámetro que forma parte del cálculo del indicador. Esta situación obligó a realizar una distribución del peso del parámetro faltante (temperatura) entre los factores de ponderación de los demás parámetros y recalculó los nuevos pesos relativos<sup>16</sup>. En la siguiente tabla se exponen los pesos relativos recalculados para los ocho parámetros que fueron empleados en la determinación del índice ICA – NSF para el año 2008.

**Pesos asignados a cada parámetro para el cálculo del ICA-NSF - 2008**

**Tabla 4.1**

Parámetro	Peso asignado ( $W_i$ )
Oxígeno Disuelto	0,1825
Coliformes fecales	0,1625
pH	0,1325
Demanda Bioquímica de Oxígeno	0,1125
Nitratos	0,1125
Fosfatos	0,1125
Turbiedad	0,9225
Sólidos Disueltos Totales	0,9225

Fuente: Elaboración propia.

Con el recalcu de los pesos relativos, los resultados del ICA – NSF para el año 2008 en los cinco puntos de muestreo definidos, se resumen en la siguiente tabla.

**Resultados del ICA – NSF en el río Guadalquivir - 2008**

**Tabla 4.2**

Peso Ponderado $W_i$	PARÁMETROS									
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales	ICA	Calidad
	0,0925	0,1325	0,0925	0,1825	0,1125	0,1125	0,1125	0,1625		
Q1	96,00	92,00	86,00	99,00	58,00	48,00	70,00	71,00	78,43	Buena
Q1* $W_i$	8,88	12,19	7,96	18,07	6,53	5,40	7,88	11,54		
Q2	88,00	92,00	85,00	87,00	54,00	49,00	74,00	70,00	75,36	Buena
Q2* $W_i$	8,14	12,19	7,86	15,88	6,08	5,51	8,33	11,38		
Q3	82,00	92,00	87,00	87,00	44,00	40,00	52,00	38,00	65,18	Media
Q3* $W_i$	7,59	12,19	8,05	15,88	4,95	4,50	5,85	6,18		

<sup>16</sup> Establecido en el texto «Índices de Calidad (ICAs) y de Contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial» (Universidad de Pamplona – Colombia. Capítulo III), año 2008

Peso Ponderado Wi	PARÁMETROS									
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales	ICA	Calidad
	0,0925	0,1325	0,0925	0,1825	0,1125	0,1125	0,1125	0,1625		
Q4	78,00	92,00	81,00	83,00	32,00	28,00	29,00	40,00	58,56	Media
Q4*Wi	7,22	12,19	7,49	15,15	3,60	3,15	3,26	6,50		
Q5	75,00	90,00	85,00	50,00	40,00	36,00	45,00	66,00	60,19	Media
Q5*Wi	6,94	11,93	7,86	9,13	4,50	4,05	5,06	10,73		

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos dan cuenta de la calidad de las aguas en la cuenca del río Guadalquivir en el año 2008 que puede apreciarse de manera gráfica en el mapa 2 del anexo 4. Los resultados obtenidos indican que en el municipio de San Lorenzo, desde la altura de la normal de Canasmoros hasta después de la población de San Lorenzo (PC1 y PC2), la calidad del agua del río Guadalquivir se encontraba en el rango de aguas de buena calidad (color verde), con valores del ICA mayores a 71.

Continuando el curso del río Guadalquivir, ya en el municipio de Tarija, en el puente Peregrino (PC3) y aguas abajo, en el Temporal (PC4), los resultados del indicador muestran que la calidad del agua del río Guadalquivir disminuyó al rango de aguas de calidad media (color amarillo, ver mapa 2 en el anexo 4) con valores de 65 y 58 respectivamente.

El último tramo, ya en el municipio de Uriondo (PC5), que representa el límite de la zona de estudio, el río Guadalquivir mantiene el rango de aguas de calidad media (color amarillo) con una valor del ICA de 60, que advierte una ligera mejora al final del tramo.

Los resultados del índice de calidad muestran que en el año 2008 las aguas del río Guadalquivir presentaban rangos de calidad que iban desde buena, en el municipio de San Lorenzo a la altura de la normal de Canasmoros, hasta aguas de calidad media, desde el municipio de Tarija hasta el final del área de estudio en el municipio de Uriondo, tal como se puede ver en el mapa 2 del anexo 4.

#### **4.1.2 Calidad de las descargas que se vierten a cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.**

##### **4.1.2.1 Calidad de las descargas industriales en la cuenca del río Guadalquivir a partir de información municipal para el año 2008.**

Para evaluar la calidad de las descargas generadas por la actividad industrial que opera en la zona de estudio se formularon indicadores que han requerido de información contenida en la documentación que forma parte del proceso de adecuación ambiental de las industrias en el marco del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM).

Los indicadores se basaron en los documentos a través de los cuales las industrias reportan la calidad de sus descargas, nos referimos a los Informes Ambientales Anuales que deben ser presentados a la Instancia Ambiental Municipal en observancia a lo establecido en el artículo 59 del RASIM.

En lo que respecta a la zona de estudio, la actividad industrial se desarrolla sólo en los municipios de Tarija y San Lorenzo, por tanto, la aplicación de los indicadores se realizó por cada uno de estos, tal como se presenta a continuación.

### Municipio de Tarija.

La aplicación de los indicadores se realizó a partir de la información proporcionada por la municipalidad de Tarija en atención al requerimiento formulado por la Contraloría General del Estado<sup>17</sup>.

Cabe aclarar que la cantidad de industrias cuya información fue solicitada, no representa el total de las registradas en el municipio, es más bien una muestra seleccionada a partir de la base de datos de industrias reportadas por la municipalidad. La selección consideró el rubro, seleccionando a aquellas que por sus operaciones generan efluentes líquidos y que además eran categoría 1, 2 y/o 3, es decir aquellas que representaban mayor riesgo de contaminación.

Las industrias seleccionadas se encuentran en el cuadro I del anexo 3, que contiene información del Registro Ambiental Industrial (RAI), la categoría a la que pertenece la actividad, la fecha de registro, si presentaron por lo menos un Informe Ambiental Anual (IAA) dentro el periodo considerado y el lugar de vertido de sus descargas.

De la revisión de la base de datos se tiene que, de las 29 actividades industriales cuya documentación fue solicitada, la municipalidad envió información de 27 industrias y una adicional a la lista requerida, haciendo un total de 28 industrias con información. De estas se observó que todas (28) cuentan con Registro Ambiental Industrial (RAI) y que de estas, 2 pertenecen a la categoría 2, 25 a la categoría 3 y 1 a la categoría 4<sup>18</sup>.

Considerando lo señalado se tiene que de las 28 industrias con documentación recabada, 27 de ellas, por ser categorías 2 y 3, de haber completado su proceso de adecuación y luego de obtener su Licencia Ambiental, todas debieron presentar por lo menos un Informe Ambiental Anual (IAA) en el periodo de evaluación, dependiendo de la fecha de adecuación. Cabe aclarar que las industrias con categoría 4 están exentas de elaborar el

<sup>17</sup> Realizado mediante nota CGE/SCAT/GAA/120/2016 del 05 de septiembre de 2016, recibiendo como respuesta la nota DESP. G.A.M.T.CITE N° 555/2016, acompañada del informe Cite D.M.A. 0161/2016 que adjuntó la documentación de respaldo requerida, remitida por la Dirección de Medio Ambiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Gestión Territorial, dependiente del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y la Provincia Cercado.

<sup>18</sup> En la base de datos proporcionada por la municipalidad la empresa EMBOL figuraba con categoría 3, sin embargo, esta actividad obtuvo categoría 4 el año 2008 y posteriormente fue recategorizada con categoría 3, que fue el dato remitido a la Contraloría.



Manifiesto Ambiental Industrial y su Plan de Manejo Ambiental, y en consecuencia no requieren presentar Informes Ambientales Anuales.

De las 27 industrias con categorías 2 y 3, la Instancia Ambiental del municipio proporcionó documentación correspondiente a los Informes Ambientales Anuales de únicamente 8 de las 27 actividades requeridas. En lo que concierne al año 2008, el siguiente cuadro presenta información de la única actividad registrada que presentó su IAA.

**Actividades industriales con IAA en el municipio de Tarija - año 2008**  
**Cuadro 4.1**

Nº	Nombre de la actividad productiva	Rubro de actividad	Cat.*	Gestión del IAA
1	EMBOL S.A.	Elaboración de bebidas gaseosas.	4	2008

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.  
(\*) Cat. Categoría.

Del cuadro I que se encuentra en el anexo 3, se tiene que hasta el 2008, 4 actividades obtuvieron su RAI y fueron categoría 3 (excepto EMBOL S.A. que obtuvo categoría 4, sin embargo presentó sus respectivos IAA). A partir de esta información y de la del cuadro precedente, se tienen los siguientes resultados de la aplicación del primer indicador.

$$\frac{\text{Número de industrias con Informe Ambiental Anual (IAA) al 2008}}{\text{Número de industrias registradas (cat. 1, 2 y 3) al 2008}} = \frac{1}{4}$$

De la muestra revisada, la única actividad que presentó su IAA hasta el 2008 fue EMBOL, respecto de las 4 actividades registradas que debieron presentar este documento. Cabe notar que dada la categoría asignada a esta empresa, ésta no tenía la obligación de presentar este informe.

Para aplicar el indicador 2 que permite ver la calidad de las descargas de las actividades industriales que presentaron su IAA, se revisó el reporte de laboratorio de la única empresa que lo hizo. Los resultados de los análisis de las descargas fueron contrastados con los límites permisibles establecidos en el anexo 13-C del RASIM. Un resumen de los datos revisados se cita en el siguiente cuadro.

**Características del efluente de la empresa EMBOL S. A. - 2008**  
**Cuadro 4.2**

Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en su descarga	Observaciones
SS, DBO DQO y Fe	Dichos parámetros están por encima de los valores de límites permisibles, según el anexo A-2 del RMCH (*).

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

(\*) En el documento enviado consideraron como referencia los parámetros del anexo A-2 del RMCH, pero para fines de la auditoría se tomó en cuenta el anexo 13-C del RASIM, que contempla básicamente los mismos valores que el anexo A-2.

Aplicando el indicador tenemos:

$$\frac{\text{Número de industrias cuyas descargas superan los límites del RASIM al 2008}}{\text{Número de industrias con IAA al 2008}} = \frac{1}{1}$$

De acuerdo a los resultados de los indicadores se tiene que a la gestión 2008 sólo 1 de 4 industrias presentó su IAA, y este único informe mostró que los parámetros medidos de las descargas de aguas residuales superaban por lo menos en uno, a los límites establecidos en la norma.

#### Municipio de San Lorenzo.

La aplicación de los indicadores se realizó a partir de la información proporcionada por la municipalidad de San Lorenzo en atención al requerimiento formulado por la Contraloría General del Estado<sup>19</sup>.

La información recabada permitió generar un listado de la actividad industrial registrada en el municipio resumida en el cuadro II del anexo 3, que contiene datos del RAI, la categoría a la que pertenece la actividad, la fecha de registro y si presentaron por lo menos un Informe Ambiental Anual (IAA) durante el periodo de evaluación.

Cabe aclarar que la municipalidad no remitió información del matadero municipal, que estuvo incluido en la lista de actividades cuya documentación fue solicitada por la Contraloría.

De la información recabada se advirtió que no existen datos de industrias registradas y con IAA para la gestión 2008, por lo que no fue posible aplicar el indicador correspondiente para el municipio de San Lorenzo para esa gestión.

#### 4.1.2.2 Calidad de las descargas industriales a partir de información de COSAALT para el año 2008.

Para evaluar la calidad de las descargas industriales también se empleó información generada por la empresa prestadora del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario que opera en la ciudad de Tarija (COSAALT Ltda.). Dada la inexistencia de una cooperativa de servicio, como la mencionada en los restantes municipios de la cuenca del río Guadalquivir, este análisis sólo aplica al municipio de Tarija.

Los indicadores formulados para este tema estaban destinados a evaluar la situación sobre la autorización a las industrias que descargan sus efluentes en la red de alcantarillado y la calidad de estos a través del respectivo monitoreo realizado por el operador del servicio.

---

<sup>19</sup> Realizado mediante nota CGE/SCAT/GAA/121/2016 del 06 de abril de 2016, recibiendo como respuesta la nota CITE OF DESP GAMSLN°188/2016.

La aplicación de los indicadores formulados se realizó a partir de la información proporcionada por COSAALT<sup>20</sup>, en respuesta a la solicitud hecha por la Contraloría General del Estado.

La información recabada permitió formular una base de datos de las industrias con las que COSAALT ha suscrito convenios en el periodo de evaluación para recibir sus descargas en la red de alcantarillado sanitario. El siguiente cuadro muestra el listado de industrias con convenios suscritos hasta el año 2008 y el rubro al que estas pertenecen.

**Actividades industriales que suscribieron convenios con COSAALT hasta el año 2008**

**Cuadro 4.3**

Nº	Nombre de la actividad productiva	Rubro de actividad	Año de suscripción
1	EMBOL S.A.	Elaboración de bebidas gaseosas.	2004
2	PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE LECHE (PIL – TARIJA)	Productos de transformación de la leche.	2004

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por COSAALT LTDA.

Asimismo, COSAALT presentó un listado de industrias registradas por gestión, dentro el periodo de evaluación, que descargaban sus efluentes a la red de alcantarillado sanitario. De acuerdo a lo reportado, para el 2008, la cooperativa registró 24 actividades industriales que contaban con servicio de alcantarillado sanitario. A partir de esta información y la del cuadro anterior aplicamos el indicador y se tiene lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado con convenio al 2008}}{\text{Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado al año 2008}} = \frac{2}{24}$$

Los resultados muestran que al año 2008 si bien COSAALT contaba con 24 industrias registradas que descargaban sus efluentes a la red de alcantarillado, sólo 2 tenían convenio suscrito con el operador del servicio, lo que representa menos del 10% de las industrias registradas.

A partir de esta información se pudo proseguir con la aplicación del indicador formulado para evaluar la calidad de los efluentes de las industrias que vierten sus descargas líquidas a la red de alcantarillado. Esto se pudo conocer a través de los monitoreos realizados por el operador del servicio. Los resultados del monitoreo se encuentran en los reportes de laboratorio de control de efluentes de las industrias que tienen autorización a través de los convenios suscritos.

De acuerdo a lo establecido en los convenios suscritos entre COSAALT y las industrias, estas deben regirse por los límites permisibles establecidos en el «Reglamento técnico sobre lanzamiento de efluentes industriales en el alcantarillado sanitario», elaborado por la

<sup>20</sup> Presentada mediante notas: CITE OF. GG. N° 262/16 y CITE Of. GG. N° 251/16, recibidas en fecha 22 de abril de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 del 07 de abril de 2016 formulada por la Contraloría.

cooperativa, en observancia al contrato de concesión suscrito por la cooperativa y la entonces Superintendencia de Saneamiento Básico (ahora Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, AAPS). En este entendido, el análisis de cumplimiento a las descargas industriales respecto de un estándar de referencia, se realizó a partir de las disposiciones de este reglamento.

A partir de la información proporcionada por la cooperativa, se elaboró una base de datos por gestión, y de acuerdo a los reportes de laboratorio se identificó si las descargas industriales presentaban parámetros que superaban los estándares establecidos en los convenios y cuáles eran estos. Esta información se encuentra en detalle en el cuadro III del anexo 3 de este documento.

Debido a que COSAALT realiza monitoreos mensuales a todas las industrias con convenio, la cantidad de información a tabular era significativa, por lo que se decidió revisar dos reportes de monitoreo de cada industria por gestión, a principios y a finales de cada año entre el 2008 y el 2015. Los resultados de esta revisión son los que figuran en el cuadro III del anexo 3.

Es importante aclarar que en el indicador figuran 5 industrias cuando para el año 2008 COSAALT suscribió convenios sólo con dos de ellas, la aplicación del indicador se hizo sobre la documentación recabada que ha dado cuenta de que la cooperativa realizó monitoreos también a industrias con las que aún no había suscrito convenios.

$$\frac{\text{Número de industrias monitoreadas por COSAALT que superan los límites permisibles 2008}}{\text{Número de industrias monitoreadas 2008}} = \frac{5}{5}$$

El resultado muestra que en la gestión 2008 todas las industrias monitoreadas por COSAALT, tenían al menos un reporte que presentaba por lo menos un parámetro con valores por encima de los límites establecidos en el reglamento elaborado por la cooperativa (ver datos de las descargas en el cuadro III del anexo 3). De acuerdo a lo revisado, el rango de parámetros que sobrepasaban los límites establecidos era entre 1 y 4 por industria.

#### 4.1.2.3 Calidad de las descargas de sistemas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.

Se formularon indicadores que permitieron evaluar la calidad de efluentes vertidos por los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en la zona de estudio y sobre las descargas de aguas residuales crudas que se vierten de manera directa hacia los cuerpos de agua de la cuenca.

De acuerdo a lo evidenciado en el trabajo de campo, cada municipio que forma parte de la cuenca, cuenta con algún sistema de tratamiento de aguas residuales, en este entendido la exposición de los indicadores se hizo por municipio. Cabe aclarar que la aplicación de los

indicadores se realizó en los municipios cuyos sistemas de tratamiento cuentan con antecedentes de medición, a fin de poder aplicar los indicadores en dos momentos diferentes. En lo que concierne al municipio de Padcaya, las comunidades que intervienen en la auditoría (Cañas y Chaguaya) cuentan con sistemas de tratamiento primarios (cámaras sépticas) de los cuales no existen datos de medición, por lo que estos indicadores no han sido aplicados en esta jurisdicción. Estos sistemas primarios han sido considerados sólo como puntos de descarga directa de aguas residuales.

### Municipio de Tarija.

El municipio de Tarija cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), bajo la operación y mantenimiento de la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado (COSAALT Ltda.), la planta se denomina San Luis y se encuentra en operación desde 1990.

La planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis está compuesta por un sistema secundario de tratamiento mediante lagunas de oxidación, según diseño cuenta con dos lagunas anaerobias, una facultativa y una de maduración, no cuenta con un sistema de pretratamiento del afluente crudo. La planta fue construida para un periodo de 20 años con un caudal de diseño de 756 m<sup>3</sup>/h, para una población de 91.000 habitantes<sup>21</sup>. Las descargas de la PTAR de San Luis se vierten hacia la quebrada Torrecillas que es un aporte del río Guadalquivir.



Laguna de tratamiento – PTAR San Luis

Para la aplicación de los indicadores se solicitó información a COSAALT, que en respuesta<sup>22</sup> proporcionó los reportes de laboratorio de los monitoreos mensuales que realizó a los efluentes de la planta de tratamiento dentro el periodo de evaluación. Con la información recabada se generó una base de datos que registra el número de reportes de las descargas por gestión que presentan por lo menos un parámetro por encima de los límites establecidos en el anexo A-2 (Límites permisibles para descargas líquidas) del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica y los parámetros identificados que superan la norma. El siguiente cuadro detalla esta información para la gestión 2008.

<sup>21</sup> Información extractada del «Informe técnico de operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis (TJ-CERCA-SANL-B-0010N-0815)», elaborado por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del año 2015.

<sup>22</sup> Presentada mediante notas: CITE OF. GG. N° 262/16 y CITE Of. GG. N° 251/16, recibidas en fecha 22 de abril de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 formulada por la Contraloría.



**Reportes de los efluentes de la PTAR de San Luis - 2008**  
**Cuadro 4.4**

Año	Número de reportes	Número de reportes con parámetros que superan los límites	Parámetros que sobrepasan los límites permisibles en la descarga
2008	9	9	N-Amonio, SS, Sulfuros, DBO.

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por COSAALT Ltda.

Aplicando el indicador tenemos lo siguiente:

$$\frac{\text{Número de reportes de la PTAR que superan los límites del RMCH 2008}}{\text{Número de reportes de la PTAR en la gestión 2008}} = \frac{9}{9}$$

Los resultados de los indicadores muestran que todos los reportes de monitoreo de los efluentes de la PTAR de San Luis de la gestión 2008, presentaron por lo menos un parámetro por encima de los límites permisibles<sup>23</sup>.

Municipio de San Lorenzo.

La planta de tratamiento del municipio de San Lorenzo está bajo la administración de la municipalidad. En cuanto a su funcionamiento, está dividida en dos sectores, el primero en el margen izquierdo del río Calama donde se encuentra un RAP (reactor anaerobio de flujo pistón) y en el margen derecho está una pequeña laguna de sedimentación de donde se vierten los efluentes hacia el río Guadalquivir.

El sistema fue construido el año 1999. La planta de tratamiento de aguas residuales que existe en esta jurisdicción no cuenta con reportes de monitoreo acerca de la calidad de sus efluentes. En este entendido se tuvo que hacer uso de fuentes externas de información que proporcionen datos acerca de las descargas de la planta de tratamiento, los datos de referencia que pudieron ser obtenidos corresponden a los generados en el Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento para el valle central de Tarija, gestionado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua. En este documento se encontraron reportes de laboratorio de las



Laguna de tratamiento – PTAR San Lorenzo

<sup>23</sup> Establecidos en el anexo A-2 «Límites permisibles para descargas líquidas en mg/l», del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.

descargas de la PTAR de San Lorenzo, sin embargo, estos datos corresponden a la gestión 2012, y ante la ausencia de información para la gestión 2008 se determinó que los datos del plan representarían el referente para la evaluación de las descargas de esta planta, por lo que en el caso particular de este municipio y del indicador en cuestión, se modificó el año de referencia para el 2012.

El siguiente cuadro contiene información del único reporte de las descargas de la planta de tratamiento de referencia y de los parámetros identificados que superaban la norma en la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Lorenzo en el año 2012.

**Reporte de los efluentes de la PTAR del municipio de San Lorenzo - 2012**  
**Cuadro 4.5**

Número de reportes	Número de reportes con parámetros que superan los límites	Parámetros que sobrepasan los límites permisibles en la descarga
1	1	Coliformes totales

Fuente: Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento del Valle Central de Tarija.

Aplicando el indicador formulado tenemos:

$$\frac{\text{Número de reportes de la PTAR que superan los límites del RMCH 2012}}{\text{Número de reportes de la PTAR en la gestión 2012}} = \frac{1}{1}$$

A partir del único antecedente de referencia, el resultado muestra que los efluentes vertidos por la planta de tratamiento del municipio en el año 2012, presentaban por lo menos un parámetro por encima de los límites permisibles, establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

#### Municipio de Uriondo.

En el área de influencia de la zona de estudio se han identificado cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, una en la población del Valle de la Concepción y 3 en las comunidades de Calamuchita, San Antonio y Chocloca respectivamente.

Análogamente al caso anterior, en esta jurisdicción no existe una empresa operadora del servicio de agua potable y alcantarillado y tampoco existe información acerca de la calidad de las descargas de estas plantas de tratamiento, por lo que para aplicar el indicador fue necesario contar con datos de fuentes externas.

La información revisada dio cuenta de datos referenciales únicamente para la planta del Valle de la Concepción y esta se recabó del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento para el valle central de Tarija, cuyos datos corresponden al año 2012, siendo, en consecuencia este año el de referencia para aplicar el indicador.

El siguiente cuadro contiene información del único reporte de las descargas de la planta de tratamiento del Valle de la Concepción y de los parámetros para el año 2012.

**Reporte de efluentes de la PTAR del Valle de la Concepción - municipio de Uriondo - 2012**  
**Cuadro 4.6**

Lugar PTAR	Año	Número de reportes	Número de reportes con parámetros que superan los límites	Parámetros que sobrepasan los límites permisibles en la descarga
Valle de la Concepción	2012	1	1	Coliformes totales, aceites y grasas, sulfatos

Fuente: Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento del Valle Central de Tarija.

Aplicando el indicador tenemos:

$$\frac{\text{Número de reportes de la PTAR que superan los límites del RMCH 2012}}{\text{Número de reportes de la PTAR en la gestión 2012}} = \frac{1}{1}$$

A partir del único reporte de referencia, el resultado muestra que los efluentes de la PTAR del Valle de la Concepción, presentaba el año 2012, por lo menos un parámetro por encima de los límites permisibles.

Para evaluar la información sobre las descargas directas que se vierten a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008, de acuerdo a lo considerado en el indicador formulado, se ha elaborado un cuadro que permite cuantificar los puntos de descarga directa de aguas residuales por municipio e identificar los cuerpos de agua receptores dentro la zona de estudio.

**Puntos de descarga directa de aguas residuales a cuerpos de agua - 2008**  
**Cuadro 4.7**

Municipio	Nº	Ubicación de la cámara séptica o colector de descarga	Cuerpo receptor
San Lorenzo	1	Cámara séptica en la normal de Canasmoros	Río Guadalquivir
Tarija	2	Barrio San Jorge II	Quebrada Torrecillas
	3	Barrio 7 de septiembre Luis Espinal	Quebrada San Pedro
	4	Barrio Fabril - Rosedal	Quebrada San Pedro*
	5	Barrio Petrolero San Luis	Río Guadalquivir
	6	Barrio San Gerónimo	Quebrada San Pedro
	7	Barrio San Luis	Río Guadalquivir
	8	Barrio El Tejar «ESBAPOL»	Río Guadalquivir
	9	Barrio San Martín	Río Guadalquivir*
	10	Barrio Catedral Tabladita.	Quebrada Sagredo
	11	Urbanización COSAALT LTDA. Tabladita.	Quebrada Sagredo
	12	Barrio El Carmen de Aranjuez.	Quebrada Chica
	13	Barrio Luis de Fuentes Tabladita.	Quebrada Sagredo

Municipio	N°	Ubicación de la cámara séptica o colector de descarga	Cuerpo receptor
	14	Barrio Morros Blancos.	Quebrada San Pedro
	15	Barrio SENAC Tabladita.	Quebrada Luis de Fuentes**
	16	Barrio San Gerónimo Viviendas LAB.	Quebrada del Monte
	17	Barrio Aeropuerto.	Quebrada San Pedro*
	18	Descarga Víbora Negra.	Quebrada el Monte
Padcaya	19	Cámara séptica en la comunidad de Chaguaya.	Río Camacho
	20	Cámara séptica en la comunidad de Cañas.	Río Camacho

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por COSAALT Ltda., y la recabada durante el trabajo de reconocimiento de campo por personal de la Contraloría General del Estado.

(\*) La cámara séptica se encuentra anulada, la descarga es directa.

(\*\*) Aportante a la quebrada Sagredo.

La información del cuadro muestra que para el año 2008 existían 20 puntos de descarga directa de aguas residuales, ubicados en los diferentes municipios de la cuenca.

En el caso del municipio de San Lorenzo se tiene un punto de descarga ubicado en la normal de Canasmoros, el mismo que colectaba las aguas residuales de la comunidad y del propio centro educativo. La cámara séptica colapsó por lo que los efluentes que se vertían de manera directa hacia el río Guadalquivir han sido considerados como aguas residuales crudas.

Para el caso del municipio de Tarija se tienen cuantificados 16 puntos de descarga directa de las cuales 13 son cámaras sépticas en funcionamiento y 3 son puntos de descarga de aguas crudas y un colector proveniente de un embovedado.

La información reportada por COSAALT<sup>24</sup> dio cuenta de que si bien existía un número importante de puntos de descarga de aguas residuales hacia diferentes cuerpos de agua, el 80% de estas pasaban por una cámara séptica en funcionamiento antes de su disposición, lo que permitió inferir que los efluentes recibían un tratamiento primario reduciendo de alguna manera la carga orgánica y los sólidos que se vierten hacia los cuerpos de agua, sin que ello signifique que estos efluentes cumplen con los estándares establecidos por norma, más por el contrario, su composición era similar a las aguas residuales crudas con concentraciones menores de carga orgánica y de sólidos suspendidos.

Finalmente en el municipio de Padcaya se identificaron dos cámaras sépticas que por falta de mantenimiento colapsaron, descargando en consecuencia aguas residuales crudas hacia el río Camacho. Estas cámaras se encuentran en las comunidades de Cañas y Chaguaya.

<sup>24</sup> Presentada mediante notas: CITE OF. GG. N° 262/16 y CITE Of. GG. N° 251/16, recibidas en fecha 22 de abril de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 formulada por la Contraloría.

Para tener una descripción gráfica de la ubicación de los puntos de descarga de aguas residuales a partir de cámaras sépticas y conocer la ubicación de las plantas de tratamiento, remitirse al mapa 5 del anexo 4.

#### ***4.1.3 Sobre la extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.***

Se formularon tres indicadores orientados a evaluar la regulación de la extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir a partir de temas relacionados con el registro de empresas, la emisión de autorizaciones para realizar estas actividades y la identificación de zonas aptas para esta práctica. A continuación se exponen los resultados de la evaluación de estos aspectos para el año 2008.

##### ***4.1.3.1 Sobre la identificación y/o registro de empresas de extracción de áridos y agregados para el año 2008.***

El indicador fue formulado para conocer si los municipios, donde existen actividades de extracción de áridos y agregados, identificaron a las empresas que llevaban a cabo esta actividad dentro su jurisdicción y en el área de influencia del río Guadalquivir y sus afluentes.

Para conocer la cantidad de empresas dedicadas a la extracción de áridos y agregados al año 2008, la Contraloría solicitó información<sup>25</sup> a los municipios involucrados y sus respuestas se exponen a continuación.

Municipio de San Lorenzo. Informaron<sup>26</sup> que no cuentan con ningún tipo de documentación, ni registros de seguimiento a las empresas de áridos y agregados, del año 2008 o antes de esta gestión.

Municipio de Tarija. Comunicaron<sup>27</sup> que no cuentan con un listado de las empresas de explotación de áridos y agregados que pudieron ser registradas al año 2008.

Municipio de Uriondo. Comunicaron<sup>28</sup> que no tienen un listado de empresas dedicadas a la explotación de áridos y agregados al año 2008.

<sup>25</sup>A Tarija mediante nota CGE/SCAT/GAA/120/2016 recibida el 05 de abril de 2016 y fax CGE/SCAT/GAA/F-074/2016 del 30 de mayo de 2016; a San Lorenzo mediante nota CGE/SCAT/GAA/121/2016 recibida el 01 de abril de 2016 y fax CGE/SCAT/GAA/F-077/2016 del 31 de mayo de 2016; a Uriondo mediante nota CGE/SCAT/GAA/122/2016 del 01 de abril de 2016 y fax CGE/SCAT/GAA/F-075/2016 del 30 de mayo de 2016; y a Padcaya mediante la nota CGE/SCAT/GAA/123/2016 recibida el 06 de abril de 2016 y fax CGE/SCAT/GAA/F-076/2016 del 30 de mayo de 2016.

<sup>26</sup> Mediante correo electrónico remitido por la Directora de Medio Ambiente en fecha 07 de junio de 2016.

<sup>27</sup> Mediante nota DESP. G.A.M.T. CITE N° 850/2016 recibida vía fax el 06 de junio de 2016.

<sup>28</sup> Mediante nota CITE/GAMU/DESP/N°256/2016 recibida el 07 de junio de 2016.



Municipio de Padcaya. Señalaron<sup>29</sup> que no cuentan con documentación relacionada con áridos y agregados por lo que no tienen una base de datos de las empresas que se dedicaban a esa actividad para el año 2008.

4.1.3.2 Sobre la autorización de empresas de extracción de áridos y agregados para el año 2008.

La información proporcionada por los municipios sobre la autorización otorgada a empresas dedicadas a la extracción de áridos y agregados dio cuenta de lo siguiente.

Municipio de San Lorenzo. La municipalidad ha informado<sup>30</sup> que no cuentan con ningún tipo de documentación, ni registros de seguimiento a las empresas de áridos y agregados, del año 2008 o antes de esta gestión, lo que implica que no cuentan con datos de autorizaciones emitidas por la municipalidad para la extracción de áridos y agregados en esa gestión.

Municipio de Tarija. Cuando esta entidad informó<sup>31</sup> que no cuentan con un listado de las empresas de explotación de áridos y agregados que pudieron ser registradas al año 2008, se vio implícito que tampoco cuentan con datos de alguna autorización emitida en esta gestión.

Municipio de Uriondo. Análogamente a los casos anteriores, cuando esta entidad comunicó<sup>32</sup> que no tienen un listado de empresas dedicadas a la explotación de áridos y agregados al año 2008, se infirió que tampoco se generaron autorizaciones para realizar esta actividad.

Municipio de Padcaya. De manera similar a los casos anteriores, cuando señalaron<sup>33</sup> que no cuentan con documentación relacionada con áridos y agregados para el año 2008, se dedujo que tampoco emitieron autorizaciones para esta actividad.

4.1.3.3 Sobre la identificación de zonas aptas para la extracción de áridos y agregados para el año 2008.

La información recabada de los municipios acerca de la identificación de áreas aptas para la extracción de áridos y agregados es la siguiente.

Municipio de San Lorenzo. Como ya se señaló anteriormente, la municipalidad informó que no cuentan con ningún tipo de documentación, ni registros de seguimiento a las actividades de extracción de áridos y agregados del año 2008 o antes de esta gestión, lo

<sup>29</sup> Mediante nota GAMP/CITE DESP. RCVF/Nro 298/2016 recibida el 25 de abril de 2016.

<sup>30</sup> Mediante correo electrónico remitido por la Directora de Medio Ambiente en fecha 07 de junio de 2016.

<sup>31</sup> Mediante nota DESP. G.A.M.T. CITE N° 850/2016 recibida vía fax el 06 de junio de 2016.

<sup>32</sup> Mediante nota CITE/GAMU/DESP/N°256/2016 recibida el 07 de junio de 2016.

<sup>33</sup> Mediante nota GAMP/CITE DESP. RCVF/Nro 298/2016 recibida el 25 de abril de 2016.

que implica que no cuentan con datos acerca de áreas, que hayan sido identificadas en esa época, como aptas para realizar estas actividades.

*Municipio de Tarija.* Situación similar sucede con este municipio, ya que cuando esta instancia informó que no cuentan con información sobre las actividades de extracción de áridos para el año 2008, se vio implícito que tampoco cuentan con datos de áreas identificadas como aptas para realizar estas actividades.

*Municipio de Uriondo.* Análogamente a los casos anteriores, cuando esta entidad comunicó que no cuentan con información sobre la explotación de áridos y agregados al año 2008, se infirió que tampoco cuentan con datos de áreas que hayan sido identificadas como aptas para realizar estas actividades.

*Municipio de Padcaya.* Finalmente, para el caso de este municipio y de manera similar a los casos anteriores, cuando señalaron que no cuentan con documentación relacionada con áridos y agregados para el año 2008, se dedujo que tampoco cuentan con datos de áreas, que hayan sido identificadas como aptas para realizar estas actividades.

#### ***4.1.4 Sobre el servicio de alcantarillado sanitario y el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.***

Se formularon varios indicadores para evaluar la cobertura del servicio de alcantarillado a nivel doméstico e industrial, así como el volumen de aguas residuales que pasaban por un sistema de tratamiento en el año 2008. A continuación los resultados de la aplicación de los indicadores formulados.

##### ***4.1.4.1 Sobre la cobertura del alcantarillado sanitario doméstico en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.***

La evaluación de la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en las poblaciones que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir se realizó por municipio, dadas las particularidades de cada uno.

##### ***Municipio de Tarija***

Los indicadores formulados han permitido conocer la situación de la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario y dos de ellos aplican exclusivamente al municipio de Tarija (uno para el año 2008 y otro para el 2015), dado que en esta jurisdicción la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado (COSAALT Ltda.) es el operador que presta el servicio dentro el área de concesión, situación que no se presenta en los municipios restantes.

El indicador estaba referido a la cobertura del servicio dentro el área de concesión y se expresó a través de la siguiente relación.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (área de concesión)} = \frac{\text{población servida} * 100}{\text{población área de concesión}}$$

Para aplicar este indicador se solicitó<sup>34</sup> información a la cooperativa que proporcionó los siguientes datos<sup>35</sup> para el año 2008.

**Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el área de concesión - 2008**

**Tabla 4.3**

Año	Población área de concesión	Población servida con alcantarillado sanitario	n.º conexiones
2008	182.629	143.257	23.718

Fuente: COSAALT.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (área de concesión)} = 78.44\%$$

Complementariamente y dado que existe población que se encuentra fuera del área de concesión, se determinó la relación de ésta y de la existente en el área de concesión a través de un indicador. Para el dato de la población total del municipio se empleó información del Instituto Nacional de Estadística (INE)<sup>36</sup>. La siguiente tabla resume esta información.

**Datos poblacionales municipio Tarija - 2008**

**Tabla 4.4**

Gestión	Población del área de concesión	Población total del municipio de Tarija (INE)
2008	182.629	192.347

Fuente: AAPS, INE.

Aplicando el indicador tenemos:

$$\frac{\text{Población del área de concesión al año 2008}}{\text{Población total del municipio al año 2008}} = \frac{182.629 \text{ hab.}}{192.347 \text{ hab.}} = 0,95 = 95\%$$

Para el año 2008, el 95% de la población del municipio de Tarija se encontraba dentro el área de concesión del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario a cargo de COSAALT Ltda.

A partir del dato de la población total del municipio de Tarija, también se determinó la cobertura del servicio para el año 2008, aplicando el siguiente indicador (aplicable también a los municipios restantes) y los siguientes datos.

<sup>34</sup> Mediante nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 recibida el 05 de abril de 2016.

<sup>35</sup> Mediante notas CITE E Of. GG. N.º 251/16 recibida el 19 de abril de 2016, y mediante nota CITE E Of. GG. N.º 262/16 recibida el 22 de abril de 2016.

<sup>36</sup> Remitida con la nota CITE: INE-DAS-DEIES N.º 0731/16 recibida el 19 de mayo de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/175/2016 recibida el 11 de mayo de 2016. Cabe aclarar que la información proporcionada por el INE sólo comprende los datos poblacionales de la gestión 2012 generados en el Censo llevado a cabo esa gestión. Los datos de las gestiones anteriores y posteriores han sido calculados con base en los datos de la tasa de crecimiento poblacional promedio, estimado por el INE para cada gestión.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (población total)} = \frac{\text{población servida} * 100}{\text{población total del municipio}}$$

**Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el municipio de Tarija - 2008**

**Tabla 4.5**

Año	Población atendida con alcantarillado sanitario	Población total del municipio de Tarija
2008	143.257	192.347

Fuente: COSAALT, INE.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (población total)} = 74,5\%$$

La cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en el municipio de Tarija para el año 2008 respecto de la población total era del 74,5%.

Municipio de San Lorenzo.

Para aplicar el indicador correspondiente se solicitó a la municipalidad de San Lorenzo que informe acerca de la cobertura del servicio de alcantarillado para el año 2008. Al respecto el gobierno municipal de San Lorenzo informó<sup>37</sup> que la Secretaría de Obras Municipales no encontró en sus archivos documentos de control de operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario. Ante esta situación se recurrió al Instituto Nacional de Estadística, que ha proporcionado la siguiente información<sup>38</sup>.

**Datos poblacionales municipio San Lorenzo - 2008**

**Tabla 4.6**

Población con servicio de alcantarillado 2008 (habitantes)	Población total del municipio (área de influencia) 2008 (habitantes)
2.926	4.527

Fuente: INE.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (población total)} = 64,6\%$$

Cabe aclarar que los datos poblacionales de la tabla anterior sólo corresponden a los centros poblados del municipio en la zona de influencia de la cuenca del río Guadalquivir, entre los que podemos citar: Tarija Cancha Sur, San Lorenzo y Canasmoro. La comunidad de Tomatitas no se toma en cuenta, debido a que el servicio de alcantarillado se encuentra bajo la responsabilidad de COSAALT.

Municipio de Uriondo.

Para el caso del municipio de Uriondo la información está vinculada únicamente a las poblaciones que generan efluentes líquidos hacia la cuenca del río Guadalquivir, nos

<sup>37</sup> A través de la nota cite OF DESP GAMS L N.º 188/2016, recibida el 25 de abril de 2016.

<sup>38</sup> Mediante nota CITE: INE-DAS-DEIES N.º 0731/16 recibida el 19 de mayo de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA175//2016 recibida el 11 de mayo de 2016.

referimos a la población del Valle de la Concepción y a las comunidades de Chocloca, San Antonio y Calamuchita.

Dado que son sistemas independientes, la aplicación del indicador se hizo por población. Los datos proporcionados<sup>39</sup> por la municipalidad se muestran en la siguiente tabla. Los datos de población no fueron proporcionados por el municipio, por lo que el requerimiento de información se hizo extensivo al Instituto Nacional de Estadística.

**Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado del municipio de Uriondo - 2008**

**Tabla 4.7**

Localidad	Población con servicio de alcantarillado 2008 (habitantes)	Población total 2008 (habitantes)	% cobertura alcantarillado sanitario 2008 (población total)
Valle de la Concepción	1.588	1.613	98,4
Chocloca	154	397	38,8
San Antonio	52	282	18,5
Calamuchita	857	1.150	74,5

Fuente: INE.

De acuerdo a lo informado por la municipalidad, la construcción e implementación del sistema de alcantarillado en la localidad del Valle de la Concepción data del año 2008 y la cobertura reportada por la municipalidad era del 98% con 485 conexiones.

Las comunidades de San Antonio y Chocloca se beneficiaron con un sistema de alcantarillado desde su construcción en el año 2008. La comunidad de Calamuchita comparte un sólo sistema de alcantarillado con la comunidad de Muturayo, la misma que data del año 2010, habiendo sido proyectada para 215 predios en el sector de Calamuchita y 200 predios en el de Muturayo.

*Municipio de Padcaya.*

Para el caso del municipio de Padcaya, la información relacionada con el indicador vincula a dos comunidades, que son las únicas dentro la jurisdicción municipal, que generan aguas residuales hacia la cuenca del río Guadalquivir. Los datos de población y cobertura del servicio de estas comunidades se encuentran en la siguiente tabla.

**Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado del municipio Padcaya - 2008**

**Tabla 4.8**

Comunidad	Población con servicio de alcantarillado 2008 (habitantes)	Población total 2008 (habitantes)	% cobertura alcantarillado sanitario 2008 (población total)
Cañas	282	343	82
Chaguaya	90	347	25,9

Fuente: INE.

<sup>39</sup> Mediante nota CITE. G.A.M.U. 0177/2016 recibida el 03 de mayo de 2016 en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/122/2016.



Los datos de población no fueron proporcionados por el municipio, por lo que el requerimiento de información se hizo extensivo al Instituto Nacional de Estadística.

4.1.4.2 Sobre la cobertura del alcantarillado sanitario industrial en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.

Los indicadores respectivos fueron formulados para evaluar la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en el sector industrial, únicamente en los municipios en los que existe este tipo de actividad.

Municipio de Tarija.

Se recabó información de COSAALT<sup>40</sup> en lo que respecta al dato de industrias conectadas al alcantarillado sanitario para el año 2008 y también del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija<sup>41</sup> a partir de la información de los Registros Ambientales Industriales (RAI) que se tramitan ante la instancia ambiental de la municipalidad.

Las industrias cuantificadas por COSAALT son usuarios registrados en esta categoría, cuyo predio se usaba para el desarrollo de alguna actividad industrial, sin discriminar el tipo de operaciones que pueda realizar, lo que no permitió determinar el tipo de efluente generado y/o si la actividad industrial evidentemente generaba descargas líquidas producto de sus operaciones.

Por su parte, la Instancia Ambiental del Gobierno Municipal de Tarija, cuenta con una base de datos generada a partir del Registro Ambiental Industrial (RAI). La información contenida en el RAI, proporcionó datos del tipo de actividad industrial, si esta genera o no efluentes líquidos producto de sus operaciones y/o si estas son únicamente de tipo doméstico, además del lugar donde son descargados.

La información generada por la municipalidad cuenta con datos complementarios que permite identificar si los efluentes generados proceden de los procesos productivos o si estos son efluentes asimilables a aguas residuales domésticas además de proporcionar datos del lugar de descarga. Toda esta información resulta útil para una evaluación más exacta respecto de la actividad industrial, por lo que se determinó emplear la información generada por la municipalidad para aplicar los indicadores formulados.

A partir de la información de la municipalidad, se ha podido cuantificar el número de industrias que descargaban sus efluentes industriales al alcantarillado sanitario y las que por sus operaciones no generaban efluentes industriales pero sí descargaban aguas residuales de

<sup>40</sup> A través de la nota CITE OF. GG. N.º 251/16 recibida el 19 de abril de 2016 en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 recibida el 05 de abril de 2016.

<sup>41</sup> A través de la nota DESP. G.A.M.T. CITE N.º 555/2016 recibida el 22 de abril de 2016 en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/120/2016 recibida el 22 de abril de 2016.

tipo doméstico a la red de alcantarillado. Con esta información se ha procedido a formular la siguiente tabla.

**Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado municipio de Tarija 2008-2011**

**Tabla 4.9**

Gestión	2008	2009	2010	2011
Industrias registradas (RAI) en cada gestión (incluye renovaciones)	13	16	56	75
Industrias registradas conectadas al alcantarillado sanitario	-	-	-	34

Fuente: elaboración propia a partir de la información del GAMT.

Cabe aclarar que si bien existen datos de industrias registradas al año 2008, no se contó con información sobre su conexión a la red de alcantarillado sanitario, por lo que para aplicar el indicador la información de línea base fue la del año 2011.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2011}}{\text{Número de industrias registradas al año 2011}} = \frac{34}{75}$$

Considerando únicamente a las industrias que están conectadas al alcantarillado sanitario, respecto del total de industrias registradas que generan efluentes industriales se tiene la siguiente tabla.

**Industrias registradas e industrias conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales municipio de Tarija 2008-2011**

**Tabla 4.10**

Gestión	2008	2009	2010	2011
Industrias que generan efluentes industriales registradas cada año.	1	5	20	39
Industrias que generan efluentes industriales conectadas al alcantarillado sanitario.	-	-	-	18

Fuente: GAMT.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2011 (que generan efluentes industriales)}}{\text{Número de industrias registradas al año 2011 (que generan efluentes industriales)}} = \frac{18}{39}$$

También es importante destacar la disposición de efluentes de las industrias según la categorización industrial (categorías 1 y 2, 3 y 4), clasificadas como de mayor a menor riesgo de impacto respectivamente. Al respecto cabe mencionar que en la gestión 2011 no existían actividades registradas con categorías 1 y 2 pero sí de categoría 3, de las cuales 10 generaban efluentes industriales y de estas sólo 4 estaban conectadas al alcantarillado sanitario.

Municipio de San Lorenzo.

Para responder al indicador se recabó información del Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo<sup>42</sup>, a partir de una base de datos que proporciona información del tipo de actividad industrial, su registro, la fecha de su registro, y su categoría, además de su conexión a la red de alcantarillado sanitario.

La base de datos proporcionada por la municipalidad cuenta con información a partir de la gestión 2009 ya que el año 2008 el municipio no registró a ninguna industria. Los datos figuran en la siguiente tabla.

**Industrias registradas e industrias conectadas alcantarillado municipio San Lorenzo 2008-2009**  
**Tabla 4.11**

Gestión	2008	2009
Industrias registradas (RAI) en cada gestión	-	2
Numero de industrias conectadas al alcantarillado sanitario por año.	-	2

Fuente: GAMSL.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2009}}{\text{Número de industrias registradas al año 2009}} = \frac{2}{2}$$

Tomando en cuenta sólo a las industrias que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones industriales se tiene la siguiente tabla.

**Industrias registradas e industrias conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales municipio San Lorenzo 2008-2009**  
**Tabla 4.12**

Gestión	2008	2009
Número de industrias que generan efluentes industriales registradas cada año	-	2
Número de industrias conectadas al alcantarillado sanitario (que generan efluentes industriales)	-	2

Fuente: GAMSL.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2009 (que generan efluentes industriales)}}{\text{Número de industrias registradas al año 2009 (que generan efluentes industriales)}} = \frac{2}{2}$$

4.1.4.3 Sobre el volumen de aguas residuales que pasa por un sistema de tratamiento en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008.

Se formuló un indicador para evaluar los volúmenes de aguas residuales que pasaban por un sistema de tratamiento en el año 2008. Los resultados se presentan por cada municipio que forma parte de la cuenca del río Guadalquivir.

<sup>42</sup> A través de la nota CITE OF DESP. GAMSL N.º 188/2016 recibida el 25 de abril de 2016, la documentación de respaldo a la nota fue recibida en fecha 22 de abril de 2016. La nota fue remitida en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/121/2016 del 06 de abril de 2016.

Municipio de Tarija.

Para la aplicación del indicador se hizo uso de la información proporcionada por la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija<sup>43</sup>, que es la responsable de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio. La información recabada se encuentra en la siguiente tabla.

**Volúmenes de aguas residuales colectadas y tratadas - municipio de Tarija - 2008**

**Tabla 4.13**

Volumen de AR tratadas (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de AR colectada en la red de alcantarillado (m <sup>3</sup> /año)
7.127.136,00	11.210.036,8

Fuente: COSAALT.

$$\frac{\text{Volumen de AR tratadas al año 2008}}{\text{Volumen de aguas colectadas por la red de alcantarillado al año 2008}} = \frac{7.127.136,00}{11.210.036,8} = 0,63 = 63\%$$

Para el año 2008, el 63% de las aguas residuales colectadas por la red de alcantarillado sanitario en el municipio de Tarija, pasaban por la planta de tratamiento de San Luis.

Municipio de San Lorenzo.

La municipalidad ha informado<sup>44</sup> que no encontró en sus archivos documentos de control de operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario para la gestión 2008, sin embargo realizaron una cuantificación aproximada, a partir de la dotación de agua potable, de los volúmenes producidos como aguas colectadas a través de la red de alcantarillado sanitario existente en el municipio para esa gestión que se refleja en la siguiente tabla.

Para aplicar el indicador se empleó información proporcionada por el INE, y cálculos estimados para obtener un valor aproximado de los volúmenes tratados de aguas residuales en el año 2008. Los datos para el indicador y sus resultados figuran en la siguiente tabla.

**Volúmenes de aguas residuales colectadas municipio de San Lorenzo - 2008**

**Tabla 4.14**

Comunidad	Habitantes 2008	Dotación (l/hab/día)	Volumen anual de AR colectado (m <sup>3</sup> /año)
Tarija Cancha Sur	258	130	9.199,10
San Lorenzo	3.185	130	113.355,59
Canasmoro	1.083	130	38.529,57
<b>Total</b>			<b>161.084,25</b>

Fuente: Calculado a partir de datos estimados de población basados en el Censo 2012 y del dato referencial de dotación del GAMSL

<sup>43</sup> Mediante notas CITE E Of. GG. N.º 251/16 recibida el 19 de abril de 2016, y mediante nota CITE E Of. GG. N.º 262/16 recibida el 22 de abril de 2016.

<sup>44</sup> A través de la nota CITE OF DESP. GAMSL N.º 188/2016 recibida el 25 de abril de 2016, la documentación de respaldo a la nota fue recibida en fecha 22 de abril de 2016. La nota fue remitida en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/121/2016.

Los volúmenes que corresponden a Tarija Cancha Sud y San Lorenzo, son los que se conducían a la planta de tratamiento de aguas residuales, lo que representa a los volúmenes tratados. El volumen colectado que corresponde a la comunidad de Canasmoro no llegaba a la PTAR, era más bien conducido hacia una cámara séptica que descargaba directamente al río Guadalquivir. Tomando en cuenta esta información podemos aplicar el indicador de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Volumen de AR tratadas al año 2008}}{\text{Volumen de aguas colectadas por la red de alcantarillado al año 2008}} = \frac{122.554,69}{161.084,25} = 0,76 = 76\%$$

En el año 2008, el 76% de las aguas residuales colectadas por la red de alcantarillado en las comunidades del área de influencia del municipio de San Lorenzo, pasaban por el sistema de tratamiento.

#### Municipio de Uriondo.

En el municipio de Uriondo están considerados 4 centros poblados que cuentan con redes de alcantarillado y con sistemas de tratamiento de aguas residuales, estos son el Valle de la Concepción, Calamuchita, Chococola y San Antonio. Si bien existen estos sistemas, la falta de manejo y operación de los mismos ha ocasionado que no pueda contarse con datos que permitan aplicar el indicador.

Sin embargo la municipalidad<sup>45</sup> ha informado que las plantas de tratamiento de estas localidades datan, en el caso de tres de ellas, precisamente del año 2008, cuando fueron construidas, lo que lleva a presumir que las aguas residuales que eran colectadas por la red de alcantarillado para esa fecha, pasaban por el sistema de tratamiento. En el caso de la comunidad de Calamuchita, el sistema de tratamiento funcionó recién desde el año 2010.

#### Municipio de Padcaya.

En lo que respecta a las comunidades de Cañas y Chaguaya, que son las únicas que generaban efluentes hacia cuerpos de aguas de la cuenca del río Guadalquivir dentro la jurisdicción del municipio de Padcaya, no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, en lugar de ello sólo existen cámaras sépticas colectoras de aguas residuales y a partir de las cuales se descargan los efluentes hacia el río Camacho. Esta situación fue observada en el relevamiento y confirmada en el segundo viaje para verificar los puntos de muestreo. No existen datos sobre los efluentes vertidos.

<sup>45</sup> A través de la nota CITE GAMU 0177/2016 recibida el 03 de mayo de 2016. La nota fue remitida en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/122/2016 recibida el 08 de abril de 2016.



## 4.2 Estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir año 2015.

### 4.2.1 Calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.

La aplicación del índice de calidad para el año 2015 se hizo a partir de un trabajo de muestreo y análisis de aguas de los diferentes ríos de la zona de estudio, gestionado por la Contraloría General del Estado.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados a través de un relevamiento de campo<sup>46</sup>, considerando las variaciones hidrológicas, la ubicación de las principales fuentes de contaminación y el ingreso de afluentes al río Guadalquivir.

La toma de muestras se realizó en 40 puntos, tomando en cuenta cuerpos de agua y descargas. De los puntos seleccionados, 23 se encuentran en el curso del río Guadalquivir y sus afluentes más importantes y los restantes 17 puntos están ubicados en lugares de descargas de aguas residuales domésticas e industriales y quebradas temporales que actúan como receptores de estas descargas.



Muestreo de aguas

La descripción de los puntos de muestreo en los ríos y de las descargas, se encuentran en los cuadros V y VI del anexo 2 del presente documento. Su ubicación se puede apreciar en el mapa 3 del anexo 4 del presente documento.

El muestreo de aguas en la zona de estudio se realizó del 09 al 13 de noviembre de 2015, en los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya del departamento de Tarija, terminando la época de estiaje, esto con el fin de que las condiciones sean similares a las del año 2008.

Para la toma de muestras y su respectivo análisis se contrató al laboratorio RIMH Servicios Analíticos y Ambientales de la ciudad de Tarija<sup>47</sup>. Los resultados de los análisis físico-químico y biológico fueron presentados por el laboratorio a través de protocolos de

<sup>46</sup> Realizado del 12 al 16 de octubre de 2015 por una comisión de funcionarios de la Gerencia de Auditoría Ambiental de la Contraloría.

<sup>47</sup> La contratación del laboratorio RIMH para la toma de muestras y del análisis físico, químico y biológico (bacteriológico y bioindicadores), se realizó bajo las normas y regulaciones establecidas en el Decreto Supremo 181 del 28 de junio de 2009. «El Contrato Administrativo CM/CP-008/2015 de prestación de servicios de consultoría individual por producto» celebrado entre la Contraloría General del Estado y el laboratorio RIMH fue firmado el 06 de noviembre de 2015. Los productos presentados por el laboratorio contratado fueron: «Informe sobre la toma de muestras: Consultoría pro producto para contratación de servicios de toma de muestras y análisis de laboratorio para auditoría ambiental resultado del relevamiento de información», e «Informe de resultados: Consultoría pro producto para contratación de servicios de toma de muestras y análisis de laboratorio para auditoría ambiental resultado del relevamiento de información».



Medición de caudal

muestreo de aguas y certificados de ensayo que contienen los resultados de análisis, entre otros datos complementarios.

Los resultados del análisis físico, químico y bacteriológico, realizado a las muestras de agua tomadas en los cuerpos del río Guadalquivir, se encuentran descritos en detalle en las tablas IV y V del anexo 2 de este documento.

El cálculo del ICA – NSF se realizó tomando en cuenta únicamente 8 de los 9 parámetros establecidos para este índice, esto con el fin de mantener las mismas condiciones de cálculo aplicado en el año 2008, por lo que los valores de los pesos relativos ( $W_i$ ) recalculados a

emplear para el año 2015, son los mismos que se señalan en la tabla 4.1 del acápite 4.1.1.

El cálculo del indicador se realizó aplicando la relación matemática descrita en el acápite citado anteriormente. El resultado de la sumatoria del subtotal de cada parámetro ha sido comparado con la clasificación de calidad del índice, obteniéndose un resultado para cada punto muestreado en el año 2015.

El valor del indicador en los afluentes del río Guadalquivir, cuyas muestras fueron tomadas antes de su confluencia con el cuerpo principal, sólo representa la calidad en ese punto y no así en todo el curso de agua, salvo algunos casos en los que se pudo tomar más de una muestra como en los ríos Tolomosa y Camacho. A continuación presentamos los resultados de la aplicación del índice de calidad por cuerpo de agua para el año 2015.

**Resultados del ICA – NSF en el río Guadalquivir - año 2015**

**Tabla 4.15**

$W_i$	PARAMETROS								ICA	Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales		
	0,1125	0,0925	0,1325	0,0925	0,1825	0,1125	0,1125	0,1125		
Q <sub>1</sub>	90,00	59,00	86,00	93,00	40,00	61,00	74,00	78,00	66,84	Media
Q <sub>1</sub> *W <sub>i</sub>	10,13	5,46	11,40	8,60	7,30	6,86	8,33	8,78		
Q <sub>3</sub>	83,00	66,00	86,00	98,00	46,00	96,00	66,00	62,00	69,50	Media
Q <sub>3</sub> *W <sub>i</sub>	9,34	6,11	11,40	9,07	8,40	10,80	7,43	6,98		
Q <sub>5</sub>	5,00	76,00	87,00	92,00	4,00	90,00	70,00	8,00	47,26	Mala
Q <sub>5</sub> *W <sub>i</sub>	0,56	7,03	11,53	8,51	0,73	10,13	7,88	0,90		
Q <sub>6</sub>	86,00	76,00	85,00	95,00	36,00	90,00	68,00	8,00	62,00	Media
Q <sub>6</sub> *W <sub>i</sub>	9,68	7,03	11,26	8,79	6,57	10,13	7,65	0,90		
Q <sub>9</sub>	83,00	73,00	87,00	98,00	68,00	82,00	66,00	53,00	71,71	Buena
Q <sub>9</sub> *W <sub>i</sub>	9,34	6,75	11,53	9,07	12,41	9,23	7,43	5,96		

Wi	PARAMETROS								ICA	Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales		
Q <sub>12</sub>	67,00	66,00	83,00	93,00	2,00	27,00	76,00	5,00	45,76	Mala
Q <sub>12</sub> *Wi	7,54	6,11	11,00	8,60	0,37	3,04	8,55	0,56		
Q <sub>18</sub>	5,00	87,00	76,00	67,00	6,00	39,00	74,00	8,00	39,59	Mala
Q <sub>18</sub> *Wi	0,56	8,05	10,07	6,20	1,10	4,39	8,33	0,90		
Q <sub>19</sub>	5,00	92,50	82,00	71,00	36,00	50,00	66,00	7,00	46,96	Mala
Q <sub>19</sub> *Wi	0,56	8,56	10,87	6,57	6,57	5,63	7,43	0,79		
Q <sub>25</sub>	5,00	90,00	86,00	94,00	7,00	25,00	61,00	2,00	40,16	Mala
Q <sub>25</sub> *Wi	0,56	8,33	11,40	8,70	1,28	2,81	6,86	0,23		
Q <sub>29</sub>	5,00	92,50	85,00	90,00	7,00	25,00	58,00	2,00	39,55	Mala
Q <sub>29</sub> *Wi	0,56	8,56	11,26	8,33	1,28	2,81	6,53	0,23		
Q <sub>30</sub>	5,00	89,00	83,00	79,00	54,00	52,00	58,00	7,00	50,12	Mala
Q <sub>30</sub> *Wi	0,56	8,23	11,00	7,31	9,86	5,85	6,53	0,79		
Q <sub>37</sub>	5,00	86,00	87,00	97,00	28,00	38,00	51,00	9,00	45,15	Mala
Q <sub>37</sub> *Wi	0,56	7,96	11,53	8,97	5,11	4,28	5,74	1,01		
Q <sub>38</sub>	5,00	89,00	84,00	96,00	33,00	38,00	49,00	14,00	46,19	Mala
Q <sub>38</sub> *Wi	0,56	8,23	11,13	8,88	6,02	4,28	5,51	1,58		
Q <sub>40</sub>	5,00	89,00	83,00	98,00	54,00	73,00	53,00	9,00	53,90	Media
Q <sub>40</sub> *Wi	0,56	8,23	11,00	9,07	9,86	8,21	5,96	1,01		

Fuente: Elaboración propia.

### Resultados del ICA – NSF en el río Carachimayo - 2015

Tabla 4.16

Wi	PARAMETROS								ICA	Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales		
Q <sub>41</sub>	75,00	76,00	83,00	93,00	53,00	90,00	92,00	13,00	66,68	Media
Q <sub>41</sub> *Wi	8,44	7,03	11,00	8,60	9,67	10,13	10,35	1,46		

Fuente: Elaboración propia.

### Resultados del ICA – NSF en el río Erquis - 2015

Tabla 4.17

Wi	PARAMETROS								ICA	Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales		
Q <sub>7</sub>	83,00	73,00	83,00	95,00	41,00	94,00	92,00	78,00	73,06	Buena
Q <sub>7</sub> *Wi	9,34	6,75	11,00	8,79	7,48	10,58	10,35	8,78		

Fuente: Elaboración propia.

**Resultados del ICA – NSF en el río Victoria - 2015**

**Tabla 4.18**

	PARAMETROS									Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales	ICA	
Wi	0,1125	0,0925	0,1325	0,0925	0,1825	0,1125	0,1125	0,1125		
Q <sub>8</sub>	81,00	73,00	81,00	93,00	68,00	84,00	84,00	68,00		
Q <sub>8</sub> *Wi	9,11	6,75	10,73	8,60	12,41	9,45	9,45	7,65	74,16	Buena

Fuente: Elaboración propia.

**Resultados del ICA – NSF en el río Tolomosa - 2015**

**Tabla 4.19**

	PARAMETROS									Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales	ICA	
Wi	0,1125	0,0925	0,1325	0,0925	0,1825	0,1125	0,1125	0,1125		
Q <sub>20</sub>	88,00	91,00	81,00	98,00	52,00	82,00	66,00	62,00		
Q <sub>20</sub> *Wi	9,90	8,42	10,73	9,07	9,49	9,23	7,43	6,98	71,23	Buena
Q <sub>21</sub>	69,00	71,00	81,00	94,00	34,00	82,00	66,00	68,00		
Q <sub>21</sub> *Wi	7,76	6,57	10,73	8,70	6,21	9,23	7,43	7,65	64,26	Media

Fuente: Elaboración propia.

**Resultados del ICA – NSF en el río Santa Ana - 2015**

**Tabla 4.20**

	PARAMETROS									Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales	ICA	
Wi	0,1125	0,0925	0,1325	0,0925	0,1825	0,1125	0,1125	0,1125		
Q <sub>31</sub>	5,00	89,00	83,00	59,00	15,00	84,00	59,00	8,00		
Q <sub>31</sub> *Wi	0,56	8,23	11,00	5,46	2,74	9,45	6,64	0,90	44,98	Mala

Fuente: Elaboración propia.

**Resultados del ICA – NSF en el río Camacho - 2015**

**Tabla 4.21**

	PARAMETROS									Calidad
	Turb.	pH	SDT	O.D.	DBO <sub>5</sub>	Fosfatos	Nitratos	Colifecales	ICA	
Wi	0,1125	0,0925	0,1325	0,0925	0,1825	0,1125	0,1125	0,1125		
Q <sub>33</sub>	57,00	78,00	86,00	99,00	55,00	84,00	49,00	12,00		
Q <sub>33</sub> *Wi	6,41	7,22	11,40	9,16	10,04	9,45	5,51	1,35	60,53	Media
Q <sub>35</sub>	5,00	85,00	83,00	93,00	55,00	70,00	63,00	61,00		
Q <sub>35</sub> *Wi	0,56	7,86	11,00	8,60	10,04	7,88	7,09	6,86	59,89	Media
Q <sub>36</sub>	21,00	90,00	83,00	94,00	62,00	62,00	54,00	48,00		
Q <sub>36</sub> *Wi	2,36	8,33	11,00	8,70	11,32	6,98	6,08	5,40	60,15	Media

Fuente: Elaboración propia.



Los resultados del cálculo del índice de calidad expuesto en las anteriores tablas se plasmaron gráficamente en un mapa de la cuenca, donde se puede apreciar los cambios de calidad del río a lo largo de su curso (ver mapa 4 en el anexo 4).

Los resultados del indicador muestran que al inicio del área de estudio, en el sector entre Trancas y Tomatas Grandes (P1) dentro el municipio de San Lorenzo, el río Guadalquivir presenta aguas de calidad media (color amarillo) con un valor del ICA próximo a 67. Aguas abajo, luego de confluir con el río Carachimayo y recibir la descarga de la normal de Canasmoros, el río Guadalquivir (P3), continua presentando aguas de calidad media (color amarillo) con valores por debajo de 70, lo que indica que la descarga de aguas residuales de la normal de Canasmoros, que si bien incrementa la cantidad de colifecales, no modifica de manera sustancial la calidad del agua (ver mapa 4 en el anexo 4 de este documento).



Río Guadalquivir, altura de Trancas

Continuando su curso, aguas abajo el río Guadalquivir recibe la descarga de aguas residuales de la laguna de tratamiento de la población de San Lorenzo, cuyo impacto se advierte en la calidad del río, pues en este sector esta descendiendo al rango de mala (color naranja) a la altura del punto P5 donde el valor del ICA es de 47 (ver mapa 4).

Aguas abajo, en el punto P6, antes de confluir con el río Sella (que al momento del muestreo se encontraba seco), el río Guadalquivir logra autodepurarse y otra vez se sitúa en el rango de aguas de calidad media con un valor del ICA de 62 (color amarillo).



Ingreso afluente quebrada Sagredo al río Guadalquivir

Siguiendo su curso, el río Guadalquivir confluye con los ríos Erquis y Victoria, ambos son de calidad buena (color verde) presentan valores del ICA por encima de 70, el aporte de estas aguas logra que el río Guadalquivir mejore e ingrese al rango de aguas de calidad buena (color verde) a la altura del punto P9 (ver mapa 4).

Ya en el municipio de Tarija, el río Guadalquivir recibe descargas de las quebradas Sosa y Sagredo (que transportan principalmente aguas residuales



domésticas) lo que ocasiona que la calidad descienda, es por esto que el valor del ICA en el río Guadalquivir a la altura del punto P12, ubicado luego de esta quebradas, baja al rango de mala (color naranja) con un valor de 45,76 (ver mapa 4).

En el punto P18, la condición del cuerpo de agua principal empeora al unirse con las aguas transportadas por las quebradas San Pedro y El Monte, esta última que aguas arriba recibe descargas del canal embovedado denominado Víbora Negra, que colecta aguas residuales domésticas de una parte de la ciudad de Tarija. Si bien el rango de calidad de agua no cambia a la altura del punto P18 (calidad mala, color naranja), sí disminuye el valor del ICA, de 45 (P12) a 39 (P18).

Siguiendo su curso aguas abajo y antes de confluir con el río Tolomosa (P19), el río Guadalquivir mejora su condición lo que se advierte a través de un incremento en el valor del ICA, pero sin embargo este no es suficiente como para mejorar el rango de calidad por lo que permanece como aguas de mala calidad (color naranja) (ver mapa 4).



En lo que respecta al río Tolomosa, afluente del río Guadalquivir se pudo observar que a la altura de la comunidad Tolomosa Grande (P20) y hasta el ingreso a la represa de San Jacinto, las aguas de este río presentan valores del ICA por encima de 70, lo que indica que son aguas de buena calidad (color verde). Luego de la represa de San Jacinto, el río Tolomosa obtiene un valor de ICA de 64, que entra en el rango de aguas de calidad media (color amarillo), la calidad se ve disminuida en este río, debido a un ligero

incremento en la turbiedad y la carga orgánica (ver tabla IV del anexo 2).

Nuevamente en el río Guadalquivir, aguas debajo de la unión con el río Tolomosa (P25) y después de recibir las aguas de la quebrada Torrecillas, la calidad del río continúa disminuyendo, bajando el valor del índice de 46,96 a 40,16, aunque mantiene el rango de aguas de mala calidad (color naranja). La mala calidad del agua del río se debe principalmente al aporte de las aguas de la quebrada Torrecillas que transporta los efluentes de las lagunas de oxidación de la planta de tratamiento de San Luis.

Aguas abajo, el río confluye con la quebrada Cabeza de Toro, que transporta aguas residuales del matadero municipal y de curtiembres. A la altura del puente San Luis (P29) luego de que el río Guadalquivir recibe estos efluentes, su calidad muestra un continuo descenso expresado a través del ICA, pues disminuye de 40,16 a 39,55, sin embargo aún permanece en el rango de aguas de mala calidad (color naranja), condición que no cambia incluso hasta las proximidades de confluencia con el río Santa Ana (P30) luego de recorrer

alrededor de 6 km a través de su curso. La distancia recorrida por el curso de agua en una zona donde la presión antrópica disminuye considerablemente, logra aumentar el valor del ICA, lo que refleja la capacidad de autodepuración del río, pero no es suficiente para mejorar el rango de calidad (ver mapa 4).

La calidad de las aguas del río Santa Ana (punto 31) al momento de confluir con el río Guadalquivir también se encuentra en el rango de aguas de mala calidad (color naranja) con valores de ICA de 44,98, afectada por una alta turbiedad, y elevada concentración de colifecales y carga orgánica, contribuyendo más bien a disminuir la calidad del río Guadalquivir.

Aguas abajo, antes de confluir con el río Camacho, la calidad del río Guadalquivir continúa dentro el rango de aguas de mala calidad (color naranja, P37), condición que no cambia en el punto P38 a pesar de recibir el aporte del río Camacho que presenta aguas de calidad media (color amarillo, ver mapa 4).



Por su parte, el río Camacho desde la altura de la población de Cañas (P33) hasta antes de su confluencia con el río Guadalquivir (P36), se encuentra dentro el rango de calidad media (color amarillo), con valores del ICA entre 59 y 60 (ver mapa 4).

Al final de la zona de estudio, metros antes de la zona de El Angosto y con el aporte del río Camacho, las aguas del río Guadalquivir, luego de recorrer cerca de 4 km, logra autodepurarse alcanzando un rango de aguas de calidad media (color amarillo) a la altura del punto P40, subiendo el valor del ICA a 53,9.



Los resultados expuestos muestran una transición de la calidad de las aguas del río Guadalquivir que oscilan en el rango de aguas de calidad media a aguas de mala calidad de manera predominante en toda la zona de estudio de la cuenca, tal como se puede apreciar en el mapa 4 del anexo 4. Se ha observado que existe un único sector en el que el río califica en el rango de aguas de buena calidad y sucede a la altura de la confluencia con los ríos Erquis y Victoria, quienes aportan esta calidad de aguas hacia el

río Guadalquivir. Las zonas donde el río presenta aguas de mala calidad se encuentran en

los sectores donde existe un importante aporte de aguas residuales domésticas crudas o deficientemente tratadas, situación que se advierte principalmente en los sectores urbanizados de los municipios de San Lorenzo y Tarija.

#### **4.2.2 Calidad de las descargas que se vierten a cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.**

##### **4.2.2.1 Calidad de las descargas industriales en la cuenca del río Guadalquivir a partir de información municipal para el año 2015.**

Análogamente a lo visto en la evaluación para el año 2008, se han formulado indicadores para conocer la calidad de las descargas generadas por la actividad industrial que opera en la zona de estudio, pero en esta ocasión para el año 2015. Asimismo, los documentos de referencia lo conforman los Informes Ambientales Anuales que las industrias deben presentar ante la Instancia Ambiental Municipal.

Sólo en los municipios de Tarija y San Lorenzo se aplicó el indicador, ya que al año 2015 continúan siendo los únicos que reportan actividad industrial.

##### **Municipio de Tarija.**

Se generó una base de datos de la actividad industrial registrada entre los años 2008 y 2015, a partir de la documentación proporcionada por la municipalidad de Tarija en atención al requerimiento de la Contraloría General del Estado<sup>48</sup>, resumida en el cuadro I del anexo 3. A partir de estos datos se elaboró el siguiente cuadro que contiene información de las actividades industriales que presentaron un IAA luego del año 2008 hasta el año 2015, además de algunos datos complementarios.

**Actividades industriales con IAA en el municipio de Tarija 2009-2015**  
**Cuadro 4.8**

Nº	Nombre de la actividad productiva	Rubro de actividad	Cat.*	Gestión del IAA
1	EMBOL S.A.	Elaboración de bebidas gaseosas.	4	2009 - 2014
2	PIL TARIJA S.A.	Productos de transformación de la leche.	3	2010 y 2014
3	CERVECERIA BOLIVIANA NACIONAL S.A.	Elaboración de bebidas malteadas y de malta.	3	2013
4	CERAMICA SAN LUIS S.R.L.	Fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractaria.	3	2013 y 2014
5	VIÑEDO Y BODEGAS CAMPO DE SOLANA	Elaboración de vinos, bebidas fermentadas pero no destiladas.	3	2013 y 2014
6	BODEGAS MILCAST S.R.L.	Elaboración de vinos y bebidas frescas.	2	2014
7	CURTIEMBRE SAN JUAN	Curtido de cueros.	3	2014

<sup>48</sup> Realizado mediante nota CGE/SCAT/GAA/120/2016, recibiendo como respuesta la nota DESP. G.A.M.T.CITE N° 555/2016, acompañada del informe Cite D.M.A. 0161/2016 que adjuntó la documentación de respaldo requerida, remitida por la Dirección de Medio Ambiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Gestión Territorial, dependiente del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y la Provincia Cercado.

N°	Nombre de la actividad productiva	Rubro de actividad	Cat.*	Gestión del IAA
8	ISSA CONCRETEC - PLANTA DE HORMIGON TARIJA	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso.	3	2014

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.  
(\* ) Categoría.

De la lista que figura en el cuadro I del anexo 3, se tiene que 23 industrias fueron registradas luego del año 2008 con categorías 1, 2 y 3 y de estas 8 presentaron su IAA, tal como figura en el cuadro previo. Aplicando el indicador a partir de esta información tenemos para el año 2015 lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de industrias con Informe Ambiental Anual (IAA) al 2015}}{\text{Número de industrias registradas (cat.1, 2 y 3) al 2015}} = \frac{8}{23}$$

Entre los años 2009 y 2015, sólo 8 actividades de las 23 registradas con categorías 2 y 3, presentaron por lo menos en una gestión un Informe Ambiental Anual.

Se revisó la información contenida en los IAA recabados y se pudo advertir que los informes de tres actividades industriales no contenían datos de efluentes industriales, por lo que la aplicación del indicador para evaluar la calidad de descargas industriales para el año 2015, se circunscribió a 5 de las 8 industrias que presentaron este informe.

Se revisaron los reportes de laboratorio presentados en los Informes Ambientales Anuales, los resultados de los análisis de las descargas de las actividades industriales fueron contrastados con los límites permisibles establecidos en el anexo 13-C del RASIM. El resultado de esta evaluación se presenta a continuación por cada industria, la información que se expone ha sido extractada de los respectivos IAA, específicamente lo referido al monitoreo de los efluentes líquidos y su relación respecto de los límites establecidos por la norma.

**Características del efluente de la empresa PIL TARIJA S. A. 2009-2015**  
**Cuadro 4.9**

Año	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga	Observaciones
2010	Sólidos totales, DBO y DQO.	--
2014	Sólidos totales, DBO y DQO.	La industria realizó el análisis fisicoquímico del agua residual industrial durante 6 meses en la gestión (enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre). De los análisis realizados se observó que se repiten ciertos parámetros (los que se muestran en el cuadro) que superan los límites permisibles establecidos en el anexo 13-C del RASIM.

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

**Características del efluente de la empresa EMBOL S. A. 2009-2015**  
**Cuadro 4.10**

Año	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga	Observaciones
2009	SS, DBO DQO y Fe	---
2010	---	Documentación incompleta, no remitieron el informe de análisis



Año	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga	Observaciones
		fisicoquímico de agua residual.
2011	---	Todos los parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites permisibles, según el anexo 13-C del RASIM.
2012	---	Todos los parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites permisibles, según el anexo 13-C del RASIM.
2013	DQO	---
2014	Amonio c/N, DBO, DQO, Hierro, SS	---

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

**Características del efluente de la empresa Cervecería Boliviana Nacional S.A. 2009-2015**  
**Cuadro 4.11**

Año	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga	Observaciones
2013	Sólidos totales, DBO, DQO y coliformes fecales.	---

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

**Características del efluente de la empresa Bodegas MILCAST S.R.L. 2009-2015**  
**Cuadro 4.12**

Año	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga	Observaciones
2014	Sólidos totales, DBO, DQO.	La industria realizó el análisis fisicoquímico del agua residual industrial durante 8 meses en la gestión (enero, marzo, junio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre). De los análisis realizados se observó que se repiten ciertos parámetros (los que se muestran en el cuadro) que superan los límites permisibles establecidos en el anexo 13-C del RASIM.

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

**Características del efluente de la empresa Curtiembre San Juan 2009-2015**  
**Cuadro 4.13**

Año	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga	Observaciones
2014	SS, DBO, DQO, aceites y grasas, Amoniac, Nitratos.	---

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

A partir de esta información aplicamos el indicador como sigue:

$$\frac{\text{Número de industrias cuyas descargas superan los límites del RASIM al 2015}}{\text{Número de industrias con IAA al 2015}} = \frac{5}{5}$$

La documentación recabada y la aplicación del indicador muestran que entre los años 2009 y 2015, los reportes de descargas de las 5 industrias que presentaron sus IAA, por lo menos en una gestión y por lo menos en un parámetro, superan los límites establecidos en el anexo 13-C del RASIM.

Los IAA revisados muestran que los parámetros que superan los límites establecidos están en el rango de entre 1 y 6. También cabe destacar a la empresa EMBOL que de los 7 IAA



presentados, dos de ellos (gestiones 2011 y 2012), reportaron cumplimiento total en los parámetros medidos en sus descargas respecto de los límites establecidos en el anexo 13-C del RASIM.

Municipio de San Lorenzo.

A partir de la información proporcionada por la municipalidad de San Lorenzo<sup>49</sup> se generó una base de datos de la actividad industrial registrada entre los años 2008 y 2015 resumida en el cuadro II del anexo 3 de este documento.

De las 17 actividades industriales cuya información fue remitida por el municipio de San Lorenzo, 15 pertenecen a la categoría 4, lo que implica que no requieren elaborar un IAA y sólo 2 pertenecen a la categoría 3. De las actividades con categoría 3, sólo una industria presentó su Informe Ambiental Anual, cuyos datos se registran en el siguiente cuadro.

**Actividades industriales con IAA en el municipio de San Lorenzo**  
**Cuadro 4.14**

Nº	Nombre de la actividad productiva	Rubro de actividad	Cat.	Gestiones con IAA
1	MATADERO AVICOLA RICO POLLO	Granja de pollos parrilleros.	3	2014

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.

Aplicando el indicador se tiene lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de industrias con Informe Ambiental Anual (IAA) al 2015}}{\text{Número de industrias registradas (cat.1, 2 y 3) al 2015}} = \frac{1}{1}$$

Se revisó la información contenida en el IAA referida al análisis de las descargas líquidas de la única actividad que presentó este documento, los datos fueron contrastados con los límites del RASIM, el resultado de esta evaluación se muestra a continuación.

**Características del efluente de la empresa Matadero Avícola Rico Pollo – 2009-2015**  
**Cuadro 4.15**

Año	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga	Observaciones
2014	SS, N total.	---

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.

Aplicando el indicador tenemos lo siguiente:

$$\frac{\text{Número de industrias cuyas descargas superan los límites del RASIM al 2015}}{\text{Número de industrias con IAA al 2015}} = \frac{1}{1}$$

<sup>49</sup> Realizado mediante nota CGE/SCAT/GAA/121/2016 del 06 de abril de 2016, recibiendo como respuesta la nota CITE OF DESP GAMSLN°188/2016.

La única actividad con categoría 3 que presentó su IAA, muestra en su reporte de laboratorio, que por lo menos un parámetro de los medidos en la descarga, supera los límites permisibles del RASIM.

*4.2.2.2 Calidad de las descargas industriales a partir de información de COSAALT para el año 2015.*

Los indicadores formulados estaban destinados a evaluar la situación de los convenios suscritos entre el operador del servicio y las industrias que descargan sus efluentes en la red de alcantarillado, y la calidad de estos a través del respectivo monitoreo realizado por la cooperativa, en este caso para el año 2015.

La información proporcionada por COSAALT<sup>50</sup>, permitió formular una base de datos de las industrias con las que suscribió convenios para recibir sus descargas en la red de alcantarillado sanitario. El siguiente cuadro muestra el listado de industrias con convenio suscrito luego del año 2008 hasta el año 2015, además de datos complementarios.

**Actividades industriales que suscribieron convenios con COSAALT**  
**Cuadro 4.16**

Nº	Nombre de la actividad productiva	Rubro de actividad	Año de suscripción
1	CERVECERÍA BOLIVIANA NACIONAL S.A. REGIONAL TARIJA	Bebidas (elaboración de cerveza)	2009
2	BODEGAS MILCAST S.R.L.	Elaboración de vinos y bebidas frescas.	2011
3	AVICOLA DE POLLO PINTON	Producción y procesamiento de carne de aves de corral.	2012
4	EMBOTELLADORA CASCADA DEL SUR "EMBOSUR"	Elaboración de bebidas y gaseosas.	2012
5	LAVANDERÍA MANANTIAL II	Lavado de camiones y movilidades grandes	2014
6	LAVANDERÍA GUZMAN	Lavado de movilidades en general	2014

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por COSAALT LTDA.

Asimismo, COSAALT presentó un listado de industrias registradas por gestión que descargan sus efluentes a la red de alcantarillado sanitario. De acuerdo a lo reportado, la cooperativa registró un total de 36 actividades industriales para el año 2015. Asimismo, debemos recordar que para el año 2008 COSAALT ya había suscrito otros 2 convenios. Con estos datos aplicando el indicador tenemos lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado con convenio al 2015}}{\text{Número de industrias conectadas a la red de alcantarillado al año 2015}} = \frac{8}{36}$$

<sup>50</sup> Presentada mediante notas: CITE OF. GG. N° 262/16 y CITE Of. GG. N° 251/16, recibidas en fecha 22 de abril de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 recibida el 05 de abril de 2016 formulada por la Contraloría.

Para el año 2015 el número de industrias registradas era de 36 y el número de industrias con convenio era de 8, lo que representa algo más del 20% de las industrias registradas.

Esta información permitió aplicar el indicador a partir del cual se pudo evaluar para el año 2015, la calidad de las descargas de las industrias que vierten sus efluentes a la red de alcantarillado sanitario, empleando para ello la información de los monitoreos realizados por el operador del servicio. Esta información se encuentra en detalle en el cuadro III del anexo 3 de este documento.

A partir de esta información presentamos a continuación los resultados del indicador que se aplicó tomando como referencia el «Reglamento técnico sobre lanzamiento de efluentes industriales en el alcantarillado sanitario», elaborado por la cooperativa, que establece los límites permisibles para descargas.

$$\frac{\text{Número de industrias monitoreadas por COSAALT que superan los límites permisibles 2015}}{\text{Número de industrias monitoreadas 2015}} = \frac{8}{8}$$

Los resultados muestran que en la gestión 2015, todas las industrias monitoreadas por COSAALT con convenio suscrito, tenían al menos un reporte que presentaba por lo menos un parámetro con valores por encima de los límites establecidos en su reglamento.

De acuerdo a lo revisado, en cada gestión dentro el periodo de evaluación, existe un rango entre 1 y 4 parámetros por industria, que sobrepasaron los límites establecidos por la cooperativa para descargas líquidas industriales al sistema de alcantarillado.

#### 4.2.2.3 Calidad de las descargas de sistemas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.

Para evaluar la calidad de las descargas de aguas residuales se formularon indicadores que permitieron evaluar la calidad de efluentes vertidos por los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en las poblaciones dentro la zona de estudio, y sobre las descargas de aguas residuales crudas que se vierten de manera directa hacia los cuerpos de la cuenca para el año 2015. La aplicación de los indicadores se hizo por municipio.

##### Municipio de Tarija.

Recordemos que el municipio de Tarija cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales bajo la administración de COSAALT, denominada San Luis. Para la aplicación de los indicadores se solicitó información a COSAALT que proporcionó<sup>51</sup> los reportes de laboratorio de los monitoreos mensuales que realizó a los efluentes de la planta de tratamiento entre los años 2008 y 2015. Con la información de estos reportes se generó una

<sup>51</sup> Presentada mediante notas: CITE OF. GG. N° 262/16 y CITE Of. GG. N° 251/16, recibidas en fecha 22 de abril de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 formulada por la Contraloría.

base de datos, registrando información por año acerca de la calidad de los efluentes vertidos luego del año 2008 hasta el año 2015, relacionando los resultados de los análisis de monitoreo con los límites establecidos en el anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. El siguiente cuadro detalla esta información.

**Reportes de los efluentes de la PTAR de San Luis 2009-2015**  
**Cuadro 4.17**

Año	Número de reportes	Número de reportes con parámetros que superan los límites	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga de la PTAR
2009	7	7	N-Amonio, Hierro Total, Mercurio, Coliformes fecales.
2010	5	5	N-Amonio, Aceites y grasas, DBO, DQO, SS, Hierro.
2011	11	11	N-Amonio, Aceites y grasas, DBO, DQO, SS, Hierro, Sulfuros.
2012	34	34	N-Amonio, Aceites y grasas, DBO, DQO, SS, Sulfuros, Coliformes.
2013	40	40	N-Amonio, Aceites y grasas, DBO, DQO, SS, Sulfuros, Coliformes.
2014	13	13	N-Amonio, Aceites y grasas, DBO, SS, Sulfuros, Coliformes.
2015	9	9	N-Amonio, Aceites y grasas, SS, Sulfuros.

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por COSAALT Ltda.

A partir de los datos del cuadro precedente, presentamos a continuación los resultados de la aplicación del indicador.

$$\frac{\text{Número de reportes de la PTAR que superan los límites del RMCH 2015}}{\text{Número de reportes de la PTAR en la gestión 2015}} = \frac{9}{9}$$

Los resultados del cuadro muestran la calidad de los efluentes de la PTAR de San Luis entre los años 2009 y 2015, y particularmente en esta última gestión con la aplicación del indicador se puede ver que todos los reportes de monitoreo de esa gestión presentaron por lo menos un parámetro por encima de los límites permisibles<sup>52</sup>, situación que se reiteró en los años intermedios tal como lo muestra el cuadro anterior. Cabe notar que los parámetros que superan los estándares de referencia oscilan entre 4 y 6 en todos los reportes revisados.

#### Municipio de San Lorenzo.

La planta de tratamiento de aguas que opera en el municipio de San Lorenzo no cuenta con información que la municipalidad haya podido generar sobre la calidad de sus efluentes

<sup>52</sup> Establecidos en el anexo A-2 «Límites permisibles para descargas líquidas en mg/l», del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.

para la gestión 2015, de ahí que se hizo uso de la información obtenida en la campaña de muestreo realizado por el laboratorio contratado por la Contraloría General del Estado para la presente auditoría ambiental.

El siguiente cuadro contiene información de la calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Lorenzo para la gestión 2015, a partir de los resultados de laboratorio señalados anteriormente, respecto de los límites establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Ver resultados del análisis de la descarga en la tabla V del anexo 2 de este documento.

**Reporte de los efluentes de la PTAR del municipio de San Lorenzo - 2015**  
**Cuadro 4.18**

Nº	Número de reportes	Parámetros de sobrepasan los límites permisibles en la descarga de la PTAR
1	1	N-Amonio, SS, DBO

Fuente: Reportes de laboratorio RIMH.

Aplicando el indicador a partir de esta información tenemos lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de reportes de la PTAR que superan los límites del RMCH 2015}}{\text{Número de reportes de la PTAR en la gestión 2015}} = \frac{1}{1}$$

Los resultados de los indicadores muestran que la calidad de los efluentes de la PTAR de San Lorenzo para el año 2015, superan en por lo menos un parámetro, los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

#### Municipio de Uriondo.

Como se señaló anteriormente, en el municipio de Uriondo se han identificado cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, en diferentes localidades, sin embargo, la ausencia de datos sobre la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento en las comunidades de Chocloca y San Antonio impide opinar sobre estas. No obstante, se cuenta con información de las descargas de las planta del Valle de la Concepción y de la comunidad de Calamuchita para la gestión 2015, obtenida de la campaña de muestreo realizada por el laboratorio contratado por la Contraloría General del Estado para la presente auditoría ambiental, cuyos resultados se reflejan en el siguiente cuadro, respecto de los límites permisibles establecidos por el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Ver resultados del análisis de la descarga en la tabla V del anexo 2 de este documento.



**Reporte de los efluentes de las PTAR del Valle de la Concepción y Calamuchita en el municipio de Uriondo – 2015**  
**Cuadro 4.19**

Lugar PTAR	Número de reportes	Parámetros que sobrepasan los límites permisibles en la descarga de la PTAR
Valle de la Concepción	1	N-Amonio, SS, aceites y grasas, coliformes totales
Calamuchita	1	N-Amonio, SS, DQO, aceites y grasas, coliformes totales

Fuente: Reportes de laboratorio RIMH.

Aplicando el indicador se tiene lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de reportes de la PTAR que superan los límites del RMCH 2015}}{\text{Número de reportes de la PTAR en la gestión 2015}} = \frac{1}{1}$$

El resultado es aplicable a la localidad del Valle de la Concepción y Calamuchita, cuyas PTAR descargan efluentes donde por lo menos un parámetro supera los límites permisibles para el año 2015.

Para evaluar información sobre las descargas directas que se vierten a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015, se ha solicitado información a las instancias vinculadas en el tema y se ha podido advertir que no se ha modificado la cantidad de puntos existentes identificados el año 2008 que figuran en el cuadro 15 en el acápite 4.1.2.3.

Sin embargo, se han incluido dos puntos que corresponden al municipio de Uriondo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las comunidades de San Antonio y Chocloca, que al no contar con el respectivo mantenimiento y operación, su funcionamiento habría decaído y consecuentemente colapsado (no existe información exacta debido a que ninguna instancia ha realizado un seguimiento a estas plantas de tratamiento), esta situación sólo se pudo advertir a través de una evaluación organoléptica de sus efluentes (realizada por personal de la Gerencia de Auditoría Ambiental de la Contraloría, cuando realizó el trabajo de reconocimiento de campo en octubre del año 2015), los mismos que presentan características similares a las aguas residuales crudas. Dadas estas condiciones, las descargas de estas plantas pueden considerarse como aguas residuales crudas que se vierten de manera directa hacia cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir. En este entendido, para la gestión 2015 se tienen identificados 22 puntos de descarga directa de aguas residuales a los diferentes cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir. Ver ubicación en el mapa 5 del anexo 4.

**4.2.3 Sobre la extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.**

Recordemos que para evaluar este tema se formularon tres indicadores orientados a evaluar la regulación de la extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir a

partir de temas relacionados con el registro de empresa, la emisión de autorizaciones para realizar estas actividades y la identificación de zonas aptas para esta práctica, en este caso para la gestión 2015.

4.2.3.1 Sobre la identificación y/o registro de empresas de extracción de áridos y agregados para el año 2015.

El indicador formulado ha permitido conocer sobre la situación del registro y/o identificación de empresas dedicadas a la práctica de estas operaciones para el año 2015, la situación se expone por municipio.

Municipio de San Lorenzo.

La municipalidad remitió<sup>53</sup> un listado de empresas de extracción de áridos y agregados que fueron registradas al año 2015, así como su clasificación, los periodos de explotación y el volumen de extracción anual. Estas empresas corresponden a industrias de explotación industrial. Dicha información se encuentra resumida en el siguiente cuadro.

**Empresas de áridos y agregados identificadas en el municipio de San Lorenzo - 2015**  
**Cuadro 4.20**

N°	Empresa	Periodos de explotación	Volumen anual de extracción
1	CONCITAR	No existe información	31.275 m <sup>3</sup>
2	ERIKA	De enero a octubre	No existe información
3	CIDAR	De enero a octubre	No existe información
4	Áridos ROGELIOS	De enero a octubre	No existe información
5	MANUEL GARZÓN	De enero a octubre	No existe información

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.

Del cuadro precedente se tiene que la empresa CONCITAR fue registrada el año 2014, el resto de las empresas cuentan con un registro del año 2015. Todas estas empresas realizan extracción a nivel industrial.

Las empresas de explotación artesanal, están conformadas por volqueteros que forman parte de asociaciones que pertenecen a determinadas comunidades, de acuerdo a lo señalado por la municipalidad, aún no cuentan con un número determinado de este tipo de empresas identificadas.

<sup>53</sup> Mediante notas CITE OF DESP GAMSLN°188/2016 recibida el 25 de abril de 2016 y CITE OF DESP GAMSL N°052/2016 recibida el 10 de febrero de 2016.

Municipio de Tarija.

La información proporcionada por la municipalidad de Tarija<sup>54</sup> dio cuenta de que esta instancia identificó, para el año 2015, empresas que se dedican a la extracción de áridos y agregados dentro su jurisdicción. El siguiente cuadro resume esta información<sup>55</sup>.

**Empresas de áridos y agregados identificadas en el municipio de Tarija - 2015**  
**Cuadro 4.21**

N°	Empresa
1	CONCASBAL (de Arq. Jaime Castellanos)
2	Áridos Segovia (de Juan Carlos Segovia)
3	José Luis Velásquez Dávalos (Representante legal)
4	Sindicato mixto SAN ANDRÉS (Representante legal)
5	Jorge Tolaba Flores (Representante legal)
6	Jaime Castellanos Balcazar (Representante legal)
7	René Eduardo Miranda de la Serna (Representante legal)
8	Áridos 16 DE ENERO (de Anfbal Romero Duran)
9	Ricardo Richard Estrada Cortez (Representante legal)
10	Transporte de Áridos EL CHAPAQUITO
11	Asociación de volqueteros "LA CIRCUNVALACIÓN"
12	Alberto Sossa Morales (Representante legal)
13	Cooperativa de Transporte 6 de agosto.
14	Wilson Morón Martínez (Representante legal).
15	Luis Adam Michel Mendoza (Representante legal).
16	Planta de tratamiento de áridos Ana María Guerrero Reinhard
17	Áridos Angostura
18	Áridos Cuellar
19	Áridos Garzón
20	Constructora «ERIK»
21	JOSBRA
22	Marcelo Aparicio Leño (Representante legal)
23	Ronald Fernández Aparicio (Representante legal)
24	Casa Fuerte
25	Ríos S.R.L.
26	Áridos Sosa

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

Para el año 2015, la municipalidad identificó 26 empresas dedicadas a la extracción de áridos y agregados a nivel industrial en la cuenca del río Guadalquivir dentro su jurisdicción, que comprende, además del río principal, a los ríos Tolomosa, Santa Ana y Sella.

Municipio de Uriondo

La información proporcionada por la municipalidad<sup>56</sup> mostró que para la gestión 2015 esta instancia identificó empresas y/o asociaciones que realizaban actividades de extracción de

<sup>54</sup> Mediante nota DESP. G.A.M.T. CITE N° 555/2016, recibida el 22 de abril de 2016.

<sup>55</sup> Información proporcionada mediante nota DESPO. G.A.M.T. CITE N° 850/2016 recibida el 08 de junio de 2016, como respuesta a nuestro fax CGE/SCAT/GAA/F-074/2016 de 30 de mayo de 2016.

áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir dentro el área de su jurisdicción, las mismas que se detallan en el siguiente cuadro.

**Empresas de áridos y agregados identificadas en el municipio de Uriondo - 2015**  
**Cuadro 4.22**

Nº	Empresa	Volumen de extracción	Proyecto
1	Asociación accidental GUADALQUIVIR	14.000 m <sup>3</sup>	Sistema de riego Guadalquivir–Cenavit–Calamuchita
2	CEIBO	2.000 m <sup>3</sup>	Mejoramiento camino Sunchuhuayco–Laderas.
		3.000 m <sup>3</sup>	Mejoramiento sistema de riego San Nicolás Colon Norte.
3	ERIKA	3.200 m <sup>3</sup>	Mejoramiento y ampliación sistema de riego Canal del Medio, comunidad Calamuchita.
		10.000 m <sup>3</sup>	Asfaltado de Camino Higuera Colón.
4	CASA GRANDE	3.000 m <sup>3</sup>	Mejoramiento sistema de riego Concepción - Canal del Medio.
5	Asociación accidental Silva y Lazcano y Asociados	2.000 m <sup>3</sup>	Mejoramiento sistema de riego Acequia Arriba - Concepción.
6	IBAZA	6.500 m <sup>3</sup>	Construcción de Estadio Municipal de Uriondo.
7	ECOVIL SRL	1.800 m <sup>3</sup>	Construcción sistema de riego La Higuera - Uriondo.

Fuente: Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.

La municipalidad de Uriondo identificó 7 empresas dedicadas a la extracción de áridos y agregados en los ríos Guadalquivir y Camacho, dentro su jurisdicción.

#### Municipio de Padcaya.

La municipalidad informó<sup>57</sup> que no tiene una base de datos sobre el tema, sólo cuentan con comprobantes de pago de la empresa ERIKA de la gestión 2015 y presentaron documentación al año 2015 de la cancelación por la extracción de áridos de la Asociación de transporte de Áridos y Agregados Iro de Mayo. A partir de esta información se infiere que la municipalidad tiene identificadas a dos empresas que llevan a cabo esta práctica en su jurisdicción, en el río Camacho. T-6.1/29

#### 4.2.3.2 Sobre la autorización de empresas de extracción de áridos y agregados para el año 2015.

La aplicación del indicador por municipio ha proporcionado la siguiente información para el año 2015.

<sup>56</sup> Mediante notas CITE. G.A.M.U. 0177/2016 recibida el 03 de mayo de 2016 y CITE/ G.A.M.U./DESP /N° 256/2016 recibida vía fax el 07 de junio de 2016.

<sup>57</sup> Mediante nota GAMP/CITE DESP. RCVF/N° 298/2016 recibida el 25 de abril de 2016.

Municipio de San Lorenzo.

La municipalidad informó que el año 2015 sólo la empresa CONCITAR contó con una autorización anual de extracción de áridos, otorgado a través de la Ley Municipal 012/2015 del 16 de abril de 2015, luego de la aprobación del Plan Anual de extracción de áridos, presentado por la empresa.

Asimismo, la información remitida<sup>58</sup> por la municipalidad incluye notas destinadas a los representantes legales de las empresas identificadas, a través de las cuales prohibieron la extracción de áridos en el municipio en observancia a lo señalado en la Ley 2459 de 02 de mayo de 2003 que declara a la cuenca del río Guadalquivir zona de desastre ambiental y de emergencia hídrica. Ninguna de las empresas de explotación industrial, ni las empresas artesanales, cuentan con autorización alguna emitida por la municipalidad, para extraer áridos y agregados dentro su jurisdicción en los cursos de agua de la cuenca del río Guadalquivir.

Municipio de Tarija.

La municipalidad proporcionó información acerca del estado de adecuación de las empresas que llevan a cabo actividades de extracción de áridos y agregados, para contar con la respectiva autorización, la misma que se refleja en el siguiente cuadro.

**Estado de adecuación de empresas para extraer áridos en el municipio de Tarija - 2015**  
**Cuadro 4.23**

Nº	Empresa	Estado de adecuación	Observaciones
1	CONCASBAL	Mediante nota CITE: G.W.G.M. UTEMCA 049/2015 de 20 de octubre de 2015 informó al representante legal que la empresa cumplió con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal. La nota CITE: G.W.G.M. UTEMCA 065/2015 de 03 de noviembre de 2015 informó al representante legal que se aprueba el lugar de extracción de áridos en el río Guadalquivir. Debe presentar el plan de manejo y aprovechamiento de áridos y agregados.	No cuenta con Autorización Anual Municipal. En abril de 2016 (fuera del periodo de evaluación) se otorgó la «Certificación de Autorización Municipal provisional para la obtención de la licencia ambiental».
2	ÁRIDOS SEGOVIA	La nota s/n de 26 de septiembre de 2015 señala que la empresa cumplió con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal.	No cuenta con Autorización Anual Municipal. Fuera del periodo de evaluación se realizaron las siguientes acciones: en enero de 2016 la instancia ambiental informó las observaciones realizadas al Manifiesto Ambiental y al proyecto de aprovechamiento de áridos de la empresa.
3	José Luis Velásquez Dávalos. (Representante)	Mediante nota s/n de 12 de mayo de 2015, se comunica al representante legal que se aprueba el lugar de extracción de áridos. Debe complementar la documentación para obtener la Autorización Anual Municipal.	No cuenta con Autorización Anual Municipal.

<sup>58</sup> Mediante nota CITE OF. DESP GAMSL N° 188/2016 recibida el 25 de abril de 2016.



Nº	Empresa	Estado de adecuación	Observaciones
	legal)	Mediante nota CITE: G.W.G.M. UTEMCA 061/2015 del 13 de noviembre de 2015 observaron el Proyecto de aprovechamiento de áridos presentado.	
4	Sindicato mixto SAN ANDRÉS (Representante legal)	Mediante nota CITE: G.W.G.M. UTEMCA 015/2015 de 17 de junio de 2015, se comunica al representante legal que se aprueba el lugar de extracción de áridos. Debe complementar la documentación para obtener la Autorización Anual Municipal.	No cuenta con Autorización Anual Municipal.
5	Jorge Tolaba Flores (Representante legal)	Mediante nota Cite: G.W.G.M. UTEMCA 032/2015 de 22 de septiembre de 2015, se comunica que cumple con los primeros requisitos para obtener la autorización anual municipal.	No cuenta con Autorización Anual Municipal. En abril de 2016, fuera del periodo de evaluación, se aprobó el área de extracción solicitada por la empresa.
6	Jaime Castellanos Balcazar (Representante legal)	Mediante nota s/n del 20 de octubre de 2015, se comunica que cumple con los primeros requisitos para obtener la autorización anual municipal.	No cuenta con Autorización Anual Municipal
7	René Eduardo Miranda de la Serna (Representante legal)	Mediante nota s/n del 12 de noviembre de 2014, se informa al representante legal que cumple con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal.	No cuenta con Autorización Anual Municipal.
8	Áridos 16 DE ENERO	Mediante nota s/n del 27 de marzo de 2015, se informa al representante legal que cumple con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal.	No cuenta con Autorización Anual Municipal.
9	Ricardo Richard Estrada Cortez (Representante legal)	Mediante nota Cite: G.W.G.M. UTEMCA 026/2015 de 19 de agosto de 2015, se informa al representante legal que cumple con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal. Mediante nota Cite: G.W.G.M. UTEMCA 031/2015 de 03 de septiembre de 2015, se informa al representante legal que se aprueba el área de extracción solicitada.	No cuenta con Autorización Anual Municipal.  La empresa pretende extraer 350 m <sup>3</sup> /mes de áridos.
10	Transporte de Áridos EL CHAPAQUITO	Mediante nota s/n de 1 de julio de 2015, se informa al representante legal que cumple con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal. Mediante nota Cite: G.W.G.M. UTEMCA 029/2015 de 28 de agosto de 2015, se informa al representante legal que se aprueba el área de extracción solicitada	No cuenta con Autorización Anual Municipal.
11	Asociación de volqueteros "LA CIRCUNVALACIÓN"	A través de la nota s/n del 06 de abril de 2015 se informa al representante legal que la empresa cumple con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal. Mediante nota Cite: G.W.G.M. UTEMCA 051/2015 de 03 de noviembre de 2015, se informa al representante legal que se autoriza el lugar de explotación de áridos y agregados.	No cuenta con Autorización Anual Municipal.
12	Alberto Sossa Morales (Representante legal)	Mediante nota s/n del 20 de noviembre de 2015 se informa al representante legal que la empresa cumple con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal. La nota Cite: G.W.G.M. UTEMCA 013/2015 de 10 de junio de 2015, informa al representante legal que se autoriza el lugar de explotación de áridos y agregados.	No cuenta con Autorización Anual Municipal.

N°	Empresa	Estado de adecuación	Observaciones
13	Cooperativa de Transporte 6 de agosto.	Mediante notas s/n de 03 de noviembre de 2015 se comunica al representante legal que cumple con los primeros requisitos para la obtención de la Autorización Anual Municipal (aprovechamiento industrial, en los ríos Tolomosa y Pinos).	No cuenta con Autorización Anual Municipal.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

La información del cuadro muestra que 13 empresas se encuentran tramitando su autorización para la realizar la extracción de áridos y agregados en la jurisdicción del municipio de Tarija, sin embargo, ninguna concluyó su trámite en el periodo evaluado, por lo que no existía autorización alguna emitida. Cabe mencionar que la empresa CONCASBAL, logró obtener un certificado de autorización municipal provisional, hasta la obtención de su respectiva licencia ambiental que debe ser emitida por la Gobernación. Las últimas 9 empresas que figuran en el cuadro anterior, iniciaron el proceso de adecuación en la gestión 2016.

#### Municipio de Uriondo.

La municipalidad de Uriondo informó que las 7 empresas y asociaciones accidentales identificadas obtuvieron autorización en las gestiones 2014-2015 para extraer áridos y agregados, que fueron emitidas por la municipalidad, pero que sin embargo no se enmarcan en disposiciones regulatorias del municipio, dada la inexistencia de estas.

De acuerdo a lo informado por la municipalidad, las autorizaciones emitidas fueron dadas para un periodo de 6 meses, en época de estiaje y fueron emitidas para canalizar las zonas de riesgo de inundación, asimismo, el material extraído fue utilizado para la construcción de obras dentro las jurisdicción del municipio de Uriondo.

#### Municipio de Padcaya.

La municipalidad de Padcaya proporcionó información sobre el requerimiento realizado a la empresa Asociación de transporte de Áridos y Agregados 1ro de Mayo, para que tramite la respectiva autorización. Sin embargo no presentó evidencia de alguna autorización emitida a las empresas que operan en el río Camacho dentro esta jurisdicción municipal.

#### 4.2.3.3 Sobre la identificación de zonas aptas para la extracción de áridos y agregados para el año 2015.

En cuanto a la identificación de zonas aptas para la extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015, se tiene la siguiente información por municipio.

Municipio de San Lorenzo.

La municipalidad remitió información<sup>59</sup> sobre la identificación de lugares aptos y no aptos para la extracción de áridos en los ríos Carachimayo, Sella, Erquiz, Calama y Victoria que forman parte de la zona de estudio dentro de esta jurisdicción municipal, realizado en la gestión 2015.

Este trabajo comprendió la clasificación de las zonas aptas para extracción de áridos en: bancos grandes, medianos y pequeños. De acuerdo a la evaluación realizada, el río Guadalquivir fue identificado como no apto para la extracción de áridos en los 16 puntos evaluados (ver mapa 6 en el anexo 4).

En el caso del río Calama, de los 13 puntos evaluados, 6 clasifican como bancos grandes donde puede extraerse áridos, 1 como banco mediano y los 6 restantes como lugares no aptos para esta actividad (ver mapa 6).

Respecto del río Sella, de los 6 puntos evaluados, ninguno clasifica como zona apta para extracción de áridos, siendo en consecuencia todo el curso del río, no apto para esta actividad (ver mapa 6).

En el caso del río Victoria, evaluaron 8 puntos, 5 de los cuales clasificaron como zonas aptas para la extracción de áridos, calificados como bancos grandes, un punto calificó como banco mediano y dos lugares como no aptos para la extracción de áridos (ver mapa 6).

En el río Carachimayo, se evaluaron 4 puntos y ninguno clasificó como apto para la extracción de áridos (ver mapa 6).

Finalmente, en el río Erquiz evaluaron 10 puntos, de los cuales 7 clasificaron como lugares aptos para la extracción de áridos, calificados además como bancos grandes y 3 puntos fueron clasificados como no aptos para esta actividad (ver mapa 6).

Cabe señalar que este trabajo ha sido elaborado como parte de los lineamientos técnicos realizados por el equipo encargado del municipio. Esta información no responde a ninguna planificación general sobre el tema, como un Plan de Manejo de Áridos, por ejemplo.

Municipio de Tarija.

El municipio de Tarija informó que la identificación de áreas aptas para extracción de áridos, así como de aquellas que no lo son, junto a otros datos como los volúmenes de extracción, entre otros, formaron parte del «Plan de Manejo de Áridos y Agregados Provincia Cercado», documento que fue licitado en la gestión 2016, en la modalidad ANPE

---

<sup>59</sup> Mediante nota CITE OF. DESP GMSL N° 052/2016 recibida el 12 de febrero de 2016.

para su elaboración y que de acuerdo a lo informado<sup>60</sup>, habría sido adjudicado para ser concluido en un plazo de 120 días calendario a partir de la suscripción del contrato correspondiente.

Sin embargo, la municipalidad proporcionó las coordenadas de los lugares, en los diferentes ríos que forman parte de la cuenca en esta jurisdicción, donde las empresas han solicitado realizar la extracción de áridos y agregados. Ver la ubicación de estos lugares en el mapa 6 del anexo 4.

En este entendido, para el año 2015, el municipio de Tarija no contaba con información sobre la identificación de zonas aptas y no aptas para la extracción de áridos en la zona de influencia del río Guadalquivir, dentro de esta jurisdicción municipal.

#### Municipio de Uriondo.

La municipalidad señaló que las áreas designadas a las empresas constructoras para la extracción de áridos entre los años 2014 y 2015, que ejecutaron proyectos dentro de esta jurisdicción, corresponden a las áreas que necesitaban ser canalizadas por ser vulnerables a desbordes e inundaciones en periodo de lluvias, ubicados especialmente en proximidades a las parcelas con alto potencial productivo, como la vid. Las zonas de deposición del material arrastrado corresponden a los distritos de Chocloca, Compañía, Uriondo, Choza, Calamuchita y las comunidades de Juntas y San José de Charaja.

Asimismo, indicaron que las áreas que autorizaron para la canalización y consiguiente extracción de material, son lugares donde el tercio central se encuentra colmatado y más elevado que la ribera del río y donde existen terrenos de producción agrícola.

Los lugares identificados para la extracción de áridos bajo las condiciones antes señaladas se ubicaron principalmente en el río Camacho (ver mapa 6 en el anexo 4).

La municipalidad ha realizado la identificación de zonas aptas para la extracción de áridos a partir de las necesidades de canalizar zonas que son susceptibles a inundación y no así para la extracción de áridos como actividad comercial debido a las restricciones interpuestas por la Ley 3762 que prohíbe la explotación de áridos en el río Camacho.

#### Municipio de Padcaya.

Este municipio no cuenta con información alguna relacionada con áridos y agregados para el año 2015.

---

<sup>60</sup> A través de una entrevista telefónica realizada en fecha 05 de julio de 2016 con el responsable de la unidad de áridos del municipio.

#### **4.2.4 Sobre el servicio de alcantarillado sanitario y el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.**

Como se señaló en el acápite correspondiente al año 2008, se formularon varios indicadores para evaluar la cobertura del servicio de alcantarillado a nivel doméstico e industrial, así como el volumen de aguas residuales que pasaban por un sistema de tratamiento, en este caso aplicables para el año 2015. A continuación presentamos los resultados obtenidos.

##### 4.2.4.1 Sobre la cobertura del alcantarillado sanitario doméstico en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.

La aplicación de los indicadores correspondientes se realizó por municipio.

##### Municipio de Tarija

La cobertura del servicio de alcantarillado sanitario respecto del área de concesión se calculó a partir del siguiente indicador.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (área de concesión)} = \frac{\text{población servida} * 100}{\text{población área de concesión}}$$

Para aplicar este indicador se solicitó<sup>61</sup> información a COSAALT que proporcionó los datos<sup>62</sup> que figuran en la siguiente tabla.

**Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el área de concesión - 2015**

**Tabla 4.22**

<b>Año</b>	<b>Población total área de concesión</b>	<b>Población atendida con alcantarillado sanitario</b>	<b>N.º conexiones</b>
2015	194.352	161.735	31.467

Fuente: COSAALT.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (área de concesión)} = 83,22\%$$

La cobertura del alcantarillado sanitario respecto del área de concesión para el año 2015 era del 83,22%.

Es importante mencionar que el área de concesión, que comprende una superficie de 6.746,92 Has., de acuerdo a la información proporcionada por COSAALT, no se ha modificado dentro el periodo de evaluación, permaneciendo incluso desde la suscripción del «Contrato de aprovechamiento para uso y aprovechamiento del recurso agua y concesión de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario» en el año 2001, por lo que la superficie para el año 2015 se mantiene.

<sup>61</sup> Mediante nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 recibida el 05 de abril de 2016.

<sup>62</sup> Mediante notas CITE E Of. GG. N.º 251/16 recibida el 19 de abril de 2016, y mediante nota CITE E Of. GG. N.º 262/16 recibida el 22 de abril de 2016.



Cabe señalar que dentro el área de concesión existen áreas que no están registradas ante la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (AAPS), que representa alrededor del 8% del área de concesión, y áreas cuyo registro está en trámite.

Análogamente a lo evaluado para el año 2008, se consideró de manera complementaria datos poblacionales, dado que existen asentamientos humanos fuera del área de concesión, por lo que se formuló un indicador que relaciona la población dentro el área de concesión respecto de la población total del municipio. Para el dato de la población total del municipio se empleó información del Instituto Nacional de Estadística (INE)<sup>63</sup>. La siguiente tabla resume esta información que contempla datos poblacionales del año 2015.

**Datos poblacionales municipio Tarija - 2015**

**Tabla 4.23**

Gestión	Población del área de concesión	Población total del municipio de Tarija (INE)
2015	194.352	214.968

Fuente: AAPS, INE.

Aplicando el indicador formulado con los datos anteriores tenemos lo siguiente.

$$\frac{\text{Población del área de concesión al año 2015}}{\text{Población total del municipio al año 2015}} = \frac{194.352 \text{ hab.}}{214.968 \text{ hab.}} = 0,90 = 90\%$$

El resultado indica que para el año 2015, el 90% de la población total del municipio de Tarija se encuentra dentro el área de concesión.

En lo referido a la cobertura del servicio de alcantarillado respecto de la población total del municipio, esta se calculó a partir del siguiente indicador y los datos de la siguiente tabla.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total)} = \frac{\text{población servida} * 100}{\text{población total del municipio}}$$

**Datos para cobertura de alcantarillado sanitario en el municipio de Tarija - 2015**

**Tabla 4.24**

Año	Población atendida con alcantarillado sanitario	Población total del municipio de Tarija
2015	161.735	214.968

Fuente: COSAALT, INE.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total)} = 75,24\%$$

<sup>63</sup> Remitida con la nota CITE: INE-DAS-DEIES N.º 0731/16 recibida el 19 de mayo de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/175/2016 recibida el 11 de mayo de 2016. Cabe aclarar que la información proporcionada por el INE sólo comprende los datos poblacionales generados del censo llevado a cabo el año 2012. Los datos de las gestiones anteriores y posteriores han sido calculados con base en la tasa de crecimiento poblacional promedio anual, estimado por el INE.

La cobertura del alcantarillado sanitario en el municipio de Tarija, respecto de la población total existente para el año 2015 fue del 75,24%.

*Municipio de San Lorenzo.*

Para aplicar el indicador respecto de este municipio, recordemos que la municipalidad informó<sup>64</sup> que la Secretaría de Obras Municipales no encontró en sus archivos información relacionada, sin embargo realizó una cuantificación aproximada de la cobertura a partir de la población existente y la población beneficiada con el servicio de alcantarillado, pero para guardar coherencia con los indicadores y municipios restantes considerados para el año 2008, se empleó la información proporcionada por el INE aplicable para el año 2015, la misma que figura en la siguiente tabla.

**Datos poblacionales municipio San Lorenzo - 2015**

**Tabla 4.25**

<b>Población con servicio de alcantarillado 2015 (habitantes)</b>	<b>Población total del municipio (área de influencia) 2015 (habitantes)</b>
3.270	6.286

Fuente: INE.

$$\% \text{ Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total)} = 52,02\%$$

La cobertura del servicio para el año 2015, en el municipio de San Lorenzo, fue del 52,02%. Cabe aclarar que los datos poblacionales a partir de los cuales se hicieron los cálculos, corresponden a los centros poblados en la zona de influencia de la cuenca del río Guadalquivir entre los que podemos citar: Tarija Cancha Sur, San Lorenzo y Canasmoro.

La municipalidad aclaró que en lo que corresponde a la comunidad de Tomatitas, esta pertenece al área de influencia sanitaria de COSAALT, por lo que si bien cuenta con el servicio de alcantarillado, sus efluentes se encuentran bajo la responsabilidad de la cooperativa, en este entendido, no se la consideró en la aplicación del indicador.

*Municipio de Uriondo.*

Análogamente a lo aplicado para el año 2008, el análisis para este municipio se hizo por centro poblado y/o comunidad, empleando la información proporcionada por la municipalidad. La cobertura del servicio de alcantarillado para las localidades consideradas al año 2015 está dada por los resultados que figuran en las siguientes tablas.

<sup>64</sup> A través de la nota cite OF DESP GAMSL N.º188/2016, recibida el 25 de abril de 2016.

**Datos poblacionales municipio de Uriondo - Valle de la Concepción - 2015**

**Tabla 4.26**

Población con servicio de alcantarillado 2015	Población total de la comunidad 2015
1.776	2.051

Fuente: INE.

*% Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total) = 86,5%*

Cabe mencionar que de acuerdo a los datos proporcionados por la municipalidad, para el 2015 la población del Valle de la Concepción tenía 550 conexiones con una cobertura del 85%, aproximadamente. Para las restantes comunidades la cobertura del servicio se muestra en la siguiente tabla que fueron proporcionados por la municipalidad, por lo que no fue necesario emplear datos poblacionales para el cálculo.

**Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado municipio de Uriondo-2015**

**Tabla 4.27**

Localidad	Número de conexiones 2015	% cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total)
Chocloca	150	60
San Antonio	50	62
Calamuchita	150	72

Fuente: GAMU.

*Municipio de Padcaya.*

El municipio de Padcaya ha proporcionado información aproximada acerca de la cobertura del alcantarillado sanitario en las comunidades de Cañas y Chaguaya, reflejados en la siguiente tabla que fueron proporcionados por la municipalidad, por lo que no fue necesario emplear datos poblacionales para el cálculo.

**Datos poblacionales y cobertura del servicio de alcantarillado del municipio Padcaya - 2015**

**Tabla 4.28**

Localidad	Número de viviendas beneficiadas 2015	% cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total)
Cañas	200	50
Chaguaya	80	50

Fuente: GAMP.

La municipalidad proporcionó datos aproximados acerca de la cobertura del servicio, que si bien en ambas comunidades es aproximadamente el mismo porcentaje, la cantidad de viviendas beneficiadas es diferente, tal como se puede apreciar en la tabla.

Asimismo, la municipalidad acotó que el servicio de alcantarillado sanitario beneficia a las poblaciones con mayor densidad poblacional, asimismo, aclararon que la cobertura no es

mayor porque existen viviendas dispersas y la topografía no permite incluir a todos dentro del sistema de alcantarillado.

#### 4.2.4.2 Sobre la cobertura del alcantarillado sanitario industrial en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.

Estos indicadores fueron formulados para evaluar la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en el sector industrial para el año 2015. La aplicación de los indicadores se realizó únicamente respecto de los municipios que cuentan con actividad industrial, situación que corresponde a Tarija y San Lorenzo.

##### Municipio de Tarija.

A partir de las consideraciones señaladas en la aplicación del indicador correspondiente para el año 2008, se desestimó emplear la información de COSAALT y hacer uso más bien de la información de la municipalidad. La siguiente tabla contiene datos cuantificados de las industrias registradas en la municipalidad a través del Registro Ambiental Industrial y de estas cuántas están conectadas a la red de alcantarillado sanitario para el año 2015.

#### **Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado - municipio de Tarija - 2015**

**Tabla 4.29**

Gestión	2015
Industrias registradas (RAI) en la gestión.	33
Industrias registradas, conectadas al alcantarillado sanitario en la gestión.	24
Industrias registradas (RAI) acumulativo entre el 2008-2015	373
Industrias registradas conectadas al alcantarillado sanitario acumulativo entre el 2008-2015*	212

Fuente: elaboración propia a partir de la información del GAMT.

(\*) Contempla la información acumulada desde la gestión 2011.

Aplicando el indicador formulado se tiene lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2015}}{\text{Número de industrias registradas al año 2015}} = \frac{212}{373}$$

Considerando exclusivamente a las actividades industriales que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones se tiene la siguiente tabla.

#### **Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales municipio de Tarija - 2015**

**Tabla 4.30**

Gestión	2015
Industrias que generan efluentes industriales, registradas en la gestión.	9
Industrias que generan efluentes industriales, conectadas al alcantarillado sanitario en la gestión.	3
Industrias que generan efluentes industriales registradas, acumulativo desde	138

Gestión	2015
2011.	
Industrias que generan efluentes industriales conectadas al alcantarillado sanitario acumulativo desde 2011	76

Fuente: GAMT.

Aplicando el indicador formulado se tiene lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2015 (que generan efluentes industriales)}}{\text{Número de industrias registradas al año 2015 (que generan efluentes industriales)}} = \frac{76}{138}$$

También es importante destacar la disposición de efluentes de las industrias según su categorización (categorías 1 y 2, 3 y 4), clasificadas como de mayor a menor riesgo de impacto respectivamente.

Al respecto en la gestión 2012 se registró una actividad categoría 1 y 2 que sí estaba conectada al alcantarillado sanitario; de categoría 3 se registraron 15 industrias que generan efluentes industriales de las cuales sólo 8 estaban conectadas al alcantarillado sanitario.

En la gestión 2013 no se registraron industrias categoría 1 y 2, de las 5 industrias categoría 3 que generan efluentes industriales, sólo 3 estaban conectadas al alcantarillado sanitario.

En la gestión 2014 se registró una industria categoría 1 y 2 y una industria categoría 3, en ambos casos con generación de efluentes industriales, sin embargo ninguna estaba conectada al alcantarillado sanitario.

Finalmente en la gestión 2015 no se registraron industrias categoría 1 y 2 pero sí 5 industrias categoría 3 que generan efluentes industriales de las cuales sólo una estaba conectada al alcantarillado sanitario.

#### Municipio de San Lorenzo.

La información recabada del Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo ha permitido generar la siguiente tabla con datos cuantificados de las industrias registradas y de las conectadas a la red de alcantarillado sanitario luego del año 2009 hasta el año 2015.

**Industrias registradas e industrias conectadas alcantarillado municipio San Lorenzo - 2015**  
**Tabla 4.31**

Gestión	2015
Industrias registradas (RAI) en la gestión	6
Industrias registradas (RAI) acumulativo*	17
Numero de industrias conectadas al alcantarillado sanitario en la gestión.	3
Numero de industrias conectadas al alcantarillado sanitario acumulativo*	8

Fuente: GAMSL.

(\*) Contempla la información acumulada desde la gestión 2009.



$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2015}}{\text{Número de industrias registradas al año 2015}} = \frac{8}{17}$$

Considerando exclusivamente a las actividades industriales que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones se tiene la siguiente tabla.

**Industrias registradas y conectadas a la red de alcantarillado que generan efluentes industriales municipio San Lorenzo - 2015**

**Tabla 4.32**

Gestión	2015
Número de industrias que generan efluentes industriales, registradas en la gestión.	4
Número de industrias que generan efluentes industriales registradas, acumulativo*.	12
Número de industrias conectadas al alcantarillado sanitario en la gestión (que generan efluentes industriales).	2
Número de industrias conectadas al alcantarillado sanitario (que generan efluentes industriales) acumulativo*.	6

Fuente: GAMSL.

(\*) Contempla la información acumulada de la gestión 2009.

Aplicando el indicador se tiene lo siguiente.

$$\frac{\text{Número de industrias conectadas al alcantarillado al año 2015 (que generan efluentes industriales)}}{\text{Número de industrias registradas al año 2015 (que generan efluentes industriales)}} = \frac{6}{12}$$

En todo el periodo evaluado no se registró ninguna industria con categoría 1 y 2 y se registraron únicamente dos industrias con categoría 3, de las cuales una está conectada a la red de alcantarillado sanitario y la segunda dispone sus efluentes a su propia planta de tratamiento de aguas residuales, no existe mayor información acerca de la disposición final de estos.

**4.2.4.3 Sobre el volumen de aguas residuales que pasa por un sistema de tratamiento en la cuenca del río Guadalquivir para el año 2015.**

Se ha formulado un indicador para evaluar los volúmenes de aguas residuales generados en los centros poblados de la cuenca y que pasan por un sistema de tratamiento, para el año 2015, su aplicación se vio por municipio.

**Municipio de Tarija.**

Para la aplicación del indicador se hizo uso de la información proporcionada por la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija COSAALT Ltda.<sup>65</sup>, que como responsable de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis en el municipio de Tarija ha proporcionado datos de los volúmenes

<sup>65</sup> Mediante notas CITE E Of. GG. N.º 251/16 recibida el 19 de abril de 2016, y mediante nota CITE E Of. GG. N.º 262/16 recibida el 22 de abril de 2016.

tratados en la planta luego del año 2008 hasta el año 2015, los datos proporcionados se reflejan en la siguiente tabla.

**Volúmenes de aguas residuales colectadas y tratadas - municipio de Tarija - 2015**

**Tabla 4.33**

Volumen de AR tratadas (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de AR colectada en la red de alcantarillado (m <sup>3</sup> /año)
8.798.544,00	12.382.527,8

Fuente: COSAALT.

Con estos datos aplicamos el indicador y tenemos lo siguiente:

$$\frac{\text{Volumen de AR tratadas al año 2015}}{\text{Volumen de aguas colectadas por la red de alcantarillado al año 2015}} = \frac{8.798.544,00}{12.382.527,8} = 0,71 = 71\%$$

El año 2015, el 71% de las aguas residuales colectadas por la red de alcantarillado sanitario, pasaba por la planta de tratamiento de San Luis.

*Municipio de San Lorenzo.*

La municipalidad ha proporcionado<sup>66</sup>, a través de una cuantificación aproximada calculada en base a la dotación de agua potable, los volúmenes producidos como aguas colectadas a través de la red de alcantarillado sanitario de las comunidades de la zona de influencia en la cuenca del río Guadalquivir. La información obtenida para el año 2015 se refleja en la siguiente tabla.

**Volúmenes de aguas residuales colectadas municipio de San Lorenzo - 2015**

**Tabla 4.34**

Comunidad	Habitantes 2015	Dotación (l/hab/día)	Volumen anual AR (m <sup>3</sup> /año)
Tarija Cancha Sur	619	130	23.497,24
San Lorenzo	4.547	130	173.931,84
Tomatitas	2.744	130	105.764,74
Canasmoro	1.623	130	63.030,83
<b>Total</b>			<b>366.224,65</b>

Fuente: GAMS.L.

El volumen anual de la comunidad de Tomatitas es colectado por la red de alcantarillado que se encuentra bajo la administración de COSAALT así como el tratamiento de sus aguas, razón por la cual no ha sido considerado en los cálculos correspondientes.

Los volúmenes que corresponden a Tarija Cancha Sud y San Lorenzo son conducidos a la planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que representan los volúmenes tratados. Tomando en cuenta esta información se aplicó el indicador de la siguiente manera:

<sup>66</sup> A través de la nota CITE OF DESP. GAMS.L N.º 188/2016 recibida el 25 de abril de 2016, la documentación de respaldo a la nota fue recibida en fecha 22 de abril de 2016. La nota fue remitida en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/121/2016.

$$\frac{\text{Volumen de AR tratadas al año 2015}}{\text{Volumen de aguas colectadas por la red de alcantarillado al año 2015}} = \frac{197.429,08}{260.459,91} = 0,75 = 75\%$$

Para el año 2015, el 75% de las aguas residuales colectadas por la red de alcantarillado en las poblaciones de la zona de influencia de la cuenca, en el municipio de San Lorenzo, pasó por el sistema de tratamiento instalado.

En lo que respecta al volumen colectado de la comunidad de Canasmoro, este no llega a la PTAR, es más bien conducido hacia una cámara séptica de donde se descarga de forma directa al río Guadalquivir, tal como sucedía el año 2008.

#### Municipio de Uriondo.

La municipalidad ha proporcionado<sup>67</sup> información que ha permitido analizar la situación de los volúmenes de aguas residuales que pasan por un sistema de tratamiento para el año 2015 en las poblaciones de la zona de influencia del área de estudio.

Respecto del centro poblado del Valle de la Concepción, la municipalidad ha señalado que el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) tiene una capacidad equivalente a 10 l/s y el consumo de agua, de acuerdo al Programa Guadalquivir, es de 3,69 l/s, lo que implica que el agua residual que se genera es aproximadamente 2,7 l/s, caudal que no supera la capacidad instalada de la planta para el 2015.

En lo que respecta a las comunidades de Chocloca, San Antonio y Calamuchita, la municipalidad no proporcionó información acerca de la capacidad de los sistemas de tratamiento de aguas residuales con los que éstas cuentan, debido a que, según informaron, no existe un comité que se haga cargo de su operación y mantenimiento, ya que estas plantas se encuentran bajo la responsabilidad de los propios comunarios. Por lo expuesto no fue posible aplicar el indicador formulado.

#### Municipio de Padcaya.

Recordemos que en este municipio sólo las comunidades de Cañas y Chaguaya tienen incidencia en la cuenca del río Guadalquivir por la generación de aguas residuales que se vierten al río Camacho. La situación en estas comunidades persiste respecto de lo señalado para el año 2008, sólo existen cámaras sépticas colectoras de aguas residuales y los volúmenes que descargan estos sistemas son desconocidos. En consecuencia, tampoco fue posible aplicar el indicador formulado.

---

<sup>67</sup> A través de la nota CITE GAMU 0177/2016 recibida el 03 de mayo de 2016. La nota fue remitida en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/122/2016.

## **5. RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL OBJETIVO 2.**

El objetivo específico 2 fue formulado para evaluar la variación del estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 y si el cambio producido responde a las disposiciones previstas por el Estado.

Esta evaluación se realizó a partir de los resultados obtenidos en la determinación del estado ambiental de la cuenca para el año 2008 y para el año 2015, vistos en el objetivo específico 1.

Para la evaluación del objetivo específico 2 se formularon varios indicadores que complementaron la evaluación del criterio y que han conformado la condición del hallazgo en lo que concierne a este objetivo. Estos indicadores fueron señalados en el cuadro 3.7 del acápite 3.2 de este documento. A continuación pasamos a desglosar su aplicación.

### **5.1 Variación de la calidad del agua del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 a partir del índice ICA-NSF.**

El indicador formulado buscó evaluar la variación de la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015, empleando el índice de Calidad del Agua ICA-NSF.

El cálculo del índice se realizó para aplicar los indicadores formulados, asociados a la aptitud de uso de los cuerpos de agua, por lo que a continuación nos remitiremos a los resultados obtenidos para determinar la variación de la calidad del agua.

El análisis ha sido realizado por tramos cuyos límites corresponden a los puntos de muestreo del estudio del año 2008, esta selección se debe a que estos están espaciados por distancias más o menos similares, que los hacen aptos para un análisis por sector, además estos puntos coinciden con los puntos de muestreo del año 2015.

Para un análisis visual, además de contar con los resultados del índice de calidad, se ha hecho uso de los mapas del ICA de los años 2008 y 2015, que se encuentran en el anexo 4 (mapas 2 y 4).

*Primer tramo, desde la normal de Canasmoros hasta aguas debajo de la población de San Lorenzo, (PC1 a PC2 año 2008, y P3 a P5 año 2015).*

El año 2008, este tramo del río Guadalquivir calificó como aguas de calidad buena (color verde), sin embargo, para el año 2015, presenta aguas de calidad media (color amarillo) y al final, a la altura del punto P5, la calidad del río Guadalquivir desciende al rango de mala (color naranja) luego de recibir descargas de aguas residuales domésticas de la población de San Lorenzo.

Para el año 2015 se analizaron puntos adicionales dentro el tramo, se evaluó la calidad de las aguas del río Carachimayo (P41) que también aporta aguas de calidad media (color amarillo); asimismo, se tomó una muestra aguas arriba del punto P3, a la altura de la comunidad de Trancas cerca de la población de Tomatas Grandes (P1), donde los resultados muestran que el río Guadalquivir presenta aguas de calidad media (color amarillo) ya desde los inicios de la cuenca.

En este primer tramo se ha observado una disminución de la calidad de las aguas del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015, de aguas de calidad buena, en ese entonces, a aguas de calidad media y mala al final del tramo en la actualidad.

*Segundo tramo, desde la población de San Lorenzo hasta el puente Peregrino en Tarija (PC2 a PC3 año 2008, y P5 a P12 año 2015).*

El año 2008 el río Guadalquivir inicia el segundo tramo en el punto PC2 con calidad buena



Descarga Quebrada Sosa

(color verde), sin embargo, a la altura del puente Peregrino en el punto PC3 sus aguas disminuyen al rango de calidad media (color amarillo). Para el año 2015 este mismo tramo muestra una variación de calidad que está en función de la capacidad de recuperación del río y los aportes de descargas contaminantes, es así que se observa al inicio del tramo aguas de calidad mala, pasando por aguas de calidad media y buena, como parte de un proceso de autodepuración y afluencia de aguas de buena calidad (ríos Erquis P7 y Victoria P8), para luego nuevamente bajar a rangos de calidad media y mala al final de tramo, debido a las descargas de aguas residuales de la ciudad de Tarija provenientes de las quebradas Sosa y Sagredo (ver mapa 4 en anexo 4).

Estos rangos de calidad han podido ser determinados gracias a la información proporcionada por los puntos de muestreo intermedios (P6 y P9), que permiten apreciar la dinámica del río y las variaciones de la calidad de sus aguas en todo su curso.

En síntesis, entre los años 2008 y 2015 ha existido una disminución de la calidad del río Guadalquivir en este segundo tramo. El año 2008, inició el tramo con calidad buena (color verde) y finalizó con calidad media (color amarillo); para el año 2015, las aguas del río Guadalquivir inician y terminan el tramo con aguas de mala calidad (color naranja), existiendo fluctuaciones que permiten entender el comportamiento del río frente a los aportes de agua que recibe.





Ingreso descarga Quebrada Sosa al río Guadalquivir

*Tercer tramo, desde el puente Peregrino hasta el Temporal en el municipio de Tarija (PC3 a PC4 año 2008, y P12 a P29 año 2015).*

El año 2008 el río Guadalquivir presentó un rango de calidad media (color amarillo), en todo el tramo. Sin embargo para el año 2015, presenta aguas de mala calidad en toda esta parte del curso del río.

En el año 2015 se tomaron muestras en puntos intermedios (P18, P19, P25)

de este tramo, luego de confluir con las quebradas El Monte y San Pedro, luego de la unión con el río Tolomosa cuyas aguas presentan calidad media (color amarillo) y no alteran la calidad del río Guadalquivir, luego de recibir aguas de la quebrada Torrecillas que transporta las descargas de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis, y al final del tramo, luego de unirse con la quebrada Cabeza de Toro que arrastra descargas industriales (curtiembres y matadero). Todos estos aportantes son determinantes en la calidad de las aguas del río Guadalquivir en este sector (ver mapa 4).

En este tercer tramo se observó que también ha disminuido la calidad de las aguas del río Guadalquivir, el año 2008 presentaba aguas de calidad media (color amarillo) y el 2015 presenta aguas de mala calidad (color naranja, ver mapas 2 y 4).

*Cuarto tramo, desde el Temporal en el municipio de Tarija hasta el Angosto en el municipio de Uriondo (PC4 a PC5 año 2008, y P29 a P40 año 2015).*

En el año 2008, las aguas del río Guadalquivir clasificaron en este sector como de calidad media (color amarillo), el año 2015, calificó como aguas de calidad mala (color naranja) y media (color amarillo) al final del tramo.

El año 2015, se analizaron puntos intermedios (P30, P37 y P38) en este tramo que dan cuenta de que el impacto recibido por las descargas recibidas aguas arriba, afectan a la calidad del río Guadalquivir a tal punto que su capacidad de recuperación se ve reducida, a pesar de que en este sector disminuye de manera significativa la presión antrópica, siendo necesario un recorrido de más de 17 km para que al final del tramo el río mejore su calidad, a través de un proceso de autodepuración y llegue al punto 40 con un rango de aguas de calidad media (color amarillo, ver mapa 4).

## 5.2 Variación del grado de contaminación orgánica del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 a partir del índice ICO modificado de Prati.

El indicador formulado buscó evaluar, a partir de un segundo indicador, la variación de la contaminación orgánica del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015, aplicando un índice denominado Índice de Contaminación Orgánica modificado de Prati (ICO), que muestra el grado de este tipo de contaminación en los cuerpos de agua.

Este índice permite valorar la contaminación orgánica en aguas superficiales a partir de 4 parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y Nitratos, empleando las ecuaciones que figuran en el siguiente cuadro.

**Unidades de contaminación del índice modificado de Prati**  
**Cuadro 5.1**

Parámetros	Unidades	Unidades de contaminación
% O <sub>2</sub>	0 – 50%	$X = 4,2 - 0,437 \left( \frac{100 - Y}{5} \right) + 0,042 \left( \frac{100 - Y}{5} \right)^2$
	50% – 100%	$X = 0,08(100 - Y)$
	>100%	$X = 0,08(Y - 100)$
DBO <sub>5</sub>	(mg/l)	$X = \left( \frac{Y}{1,5} \right)$
DQO	(mg/l)	$X = 0,1Y$
Nitratos	(mg/l)	$X = 2^{2,1 \log \left( \frac{Y}{4} \right)}$

Fuente: ANA MARÍA ROMERO, PAUL VAN DAMME Y EDGAR GOITIA. "Contaminación Orgánica en el río Rocha" en *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* Nº 3, junio de 1998, pág. 11-23.

Los resultados de las ecuaciones mostradas son agregados en la siguiente ecuación para el cálculo del indicador.

$$ICO = \frac{1}{m} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

Donde:

ICO = Índice de contaminación orgánica.

m = número de muestras.

n = número de parámetros.

X<sub>ij</sub> = unidad de contaminación.

Los valores obtenidos de la aplicación de la ecuación son relacionados con la siguiente escala de valores que muestran diferentes rangos de contaminación.

**Escala de clasificación del ICO modificado de Prati**  
**Cuadro 5.2**

ICO	Grado de contaminación
0 a 1	No contaminada
1 a 2	Poco contaminada

ICO	Grado de contaminación
2 a 4	Moderadamente contaminada
4 a 8	Contaminada
8 a 16	Muy Contaminada
>16	Altamente contaminada

Fuente: ANA MARÍA ROMERO, PAUL VAN DAMME Y EDGAR GOITIA. "Contaminación Orgánica en el río Rocha" en *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* N° 3, junio de 1998, pág. 11-23.

Tal como se hizo en la aplicación del índice de calidad ICA, para la determinación del índice ICO modificado de Prati del año 2008, se empleó el documento seleccionado como línea base, titulado «Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del río Bermejo», que cuenta con resultados de laboratorio de muestras de agua tomadas en el río Guadalquivir dentro la zona de estudio de la presente auditoría. La descripción de los puntos de muestreo considerados en el documento de línea base, se encuentran en el cuadro I del anexo 2.

Del documento empleado como línea base para el año 2008, han sido extractados los valores de los parámetros necesarios para la determinación del ICO modificado de Prati. Las tablas I y II del anexo 2 muestran los valores de los parámetros físicoquímicos empleados para el cálculo del ICO modificado de Prati.

La ubicación de los 5 puntos de muestreo en el río Guadalquivir para el año 2008 y los resultados del ICO modificado de Prati se encuentran graficados en el mapa 7 del anexo 4.

Los resultados del cálculo del ICO modificado de Prati para el año 2008 se muestran en la tabla 5.1.

El cálculo del indicador ICO modificado de Prati en el año 2015, se realizó a partir de los resultados de laboratorio en los mismos puntos de muestreo señalados para el cálculo del ICA-NSF. Cabe recordar que la toma de muestras se realizó en 23 puntos en el río Guadalquivir y sus afluentes más importantes. Ver la descripción de los puntos de muestreo en el cuadro V del anexo 2 y ver los resultados de laboratorio en la tabla IV del mismo anexo.

Para una mejor comprensión de los resultados en la determinación del ICO modificado de Prati, los puntos de muestreo han sido agrupados por cuerpos de agua. Cabe aclarar que en los afluentes del río Guadalquivir los puntos fueron tomados antes de su confluencia con el cuerpo principal, por lo que el valor del ICO sólo representa la calidad en ese punto y no así en todo el curso de agua, salvo los ríos Tolomosa y Camacho, como ya se explicó en la determinación del índice de calidad ICA-NSF. Los resultados del cálculo del ICO modificado de Prati para el año 2015 se muestran en las siguientes tablas.

**Resultados ICO modificado de Prati en la cuenca del río Guadalquivir - 2008**
**Tabla 5.1**

PARÁMETROS Y UNIDAD DE CONTAMINACIÓN																			
PRIMERA CAMPAÑA									SEGUNDA CAMPAÑA										
Punto de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	NO <sub>3</sub> (mg/l)	X <sub>NO3</sub>	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	NO <sub>3</sub> (mg/l)	X <sub>NO3</sub>	X	ICO	Grado de contaminación
PC1	125,0	2,00	4,15	2,767	11,0	1,10	3,12	0,855	112,5	1,000	5,00	3,333	12,5	1,250	8,12	1,565	13,869	1,73	Poco contaminada
PC2	126,0	2,08	5,05	3,367	15,0	1,50	2,81	0,800	126,0	2,080	5,29	3,527	15,7	1,570	6,26	1,327	16,251	2,03	Moderadamente contaminada
PC3	126,0	2,08	7,11	4,740	16,0	1,60	0,60	0,301	126,0	2,080	7,56	5,040	17,0	1,700	17,5	2,542	20,084	2,51	Moderadamente contaminada
PC4	142,5	3,40	10,14	6,760	29,0	2,90	15,30	2,335	122,5	1,800	12,31	8,207	32,0	3,200	40,6	4,328	32,929	4,12	Contaminada
PC5	157,5	4,60	7,23	4,820	17,0	1,70	20,00	2,766	139,0	3,120	9,50	6,333	24,0	2,400	8,75	1,640	27,380	3,42	Moderadamente contaminada

Fuente: Elaboración propia.

**Resultados ICO modificado de Prati en el río Guadalquivir - 2015**
**Tabla 5.2**

Puntos de muestreo	Parámetros y Unidad de contaminación								Σ X <sub>i</sub>	ICO	Grado de contaminación
	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
1	114,43	1,154	8,40	5,600	11,89	1,189	4,36	0,251	8,195	2,25	Moderadamente contaminada
3	100,67	0,054	6,67	4,447	16,95	1,695	6,02	1,295	7,490	1,87	Poco contaminada
5	85,49	1,161	28,20	18,800	54,00	5,400	5,65	1,244	26,605	6,65	Contaminada
6	93,39	0,529	9,00	6,000	22,52	2,252	6,66	1,380	10,161	2,54	Contaminada
9	101,91	0,153	3,40	2,267	8,20	0,820	6,42	1,349	4,588	1,15	Poco contaminada
12	89,97	0,802	37,00	24,667	76,00	7,600	4,30	1,047	34,116	8,53	Muy contaminada
18	65,23	2,782	24,60	16,400	62,33	6,233	4,61	1,094	26,508	6,63	Contaminada
19	68,22	2,542	9,40	6,267	17,58	1,758	6,42	1,349	11,916	2,98	Moderadamente

Parámetros y Unidad de contaminación									$\sum X_i$	ICO	Grado de contaminación
Puntos de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
											contaminada
25	109,32	0,746	23,45	15,633	43,00	4,300	7,60	1,500	22,179	<b>5,54</b>	Contaminada
29	120,53	1,642	22,53	15,020	41,32	4,132	8,00	1,550	22,344	<b>5,59</b>	Contaminada
30	73,84	2,093	5,20	3,467	10,00	1,000	7,89	1,536	8,096	<b>2,02</b>	Moderadamente contaminada
37	97,65	0,188	12,00	8,000	23,00	2,300	9,82	1,764	12,252	<b>3,06</b>	Moderadamente contaminada
38	108,30	0,664	10,20	6,800	19,28	1,928	12,21	2,025	11,417	<b>2,85</b>	Moderadamente contaminada
40	104,47	0,358	5,20	3,467	11,00	1,100	9,14	1,686	6,610	<b>1,65</b>	Poco contaminada

Fuente: Elaboración propia partir del informe del laboratorio RIMH.

### Determinación del ICO en el río Carachimayo - 2015

Tabla 5.3

Parámetros y Unidad de contaminación									$\sum X_i$	ICO	Grado de contaminación
Puntos de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
41	112,32	0,986	5,40	3,600	9,00	0,900	0,81	0,364	5,850	<b>1,46</b>	Poco contaminada

Fuente: Elaboración propia partir del informe del laboratorio RIMH.

### Determinación del ICO en el río Erquis - 2015

Tabla 5.4

Parámetros y Unidad de contaminación									$\sum X_i$	ICO	Grado de contaminación
Puntos de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
7	91,80	0,656	8,00	5,333	14,36	1,436	1,08	0,437	7,862	<b>1,97</b>	Poco contaminada

Fuente: Elaboración propia partir del informe del laboratorio RIMH.



**Determinación del ICO en el río Victoria - 2015**

**Tabla 5.5**

Parámetros y Unidad de contaminación									$\Sigma X_i$	ICO	Grado de contaminación
Puntos de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
8	90,62	0,750	3,40	2,267	5,98	0,598	2,69	0,778	4,393	<b>1,10</b>	Poco contaminada

Fuente: Elaboración propia partir del informe del laboratorio RIMH.

**Determinación del ICO en el río Tolomosa - 2015**

**Tabla 5.6**

Parámetros y Unidad de contaminación									$\Sigma X_i$	ICO	Grado de contaminación
Puntos de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
20	102,79	0,223	5,70	3,800	11,20	1,120	6,42	1,349	6,492	<b>1,62</b>	Poco contaminada
21	105,81	0,465	9,40	6,267	20,16	2,016	6,42	1,349	10,096	<b>2,52</b>	Moderadamente contaminada

Fuente: Elaboración propia partir del informe del laboratorio RIMH.

**Determinación del ICO en el río Santa Ana - 2015**

**Tabla 5.7**

Parámetros y Unidad de contaminación									$\Sigma X_i$	ICO	Grado de contaminación
Puntos de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
31	62,67	2,986	17,40	11,600	33,30	3,330	6,42	1,349	19,265	<b>4,82</b>	Contaminada

Fuente: Elaboración propia partir del informe del laboratorio RIMH.

**Determinación del ICO en el río Camacho - 2015**

**Tabla 5.8**

Parámetros y Unidad de contaminación									$\Sigma X_i$	ICO	Grado de contaminación
Puntos de muestreo	OD (%)	X <sub>OD</sub>	DBO (mg/l)	X <sub>DBO</sub>	DQO (mg/l)	X <sub>DQO</sub>	Nitratos (mg/l)	X <sub>NO3</sub>			
33	98,59	0,113	4,90	3,267	9,60	0,960	7,12	1,440	5,779	<b>1,44</b>	Poco contaminada
35	114,49	1,159	4,90	3,267	10,30	1,030	7,01	1,426	6,882	<b>1,72</b>	Poco contaminada
36	106,42	0,514	4,00	2,667	9,80	0,980	8,28	1,584	5,744	<b>1,44</b>	Poco contaminada

Fuente: Elaboración propia partir del informe del laboratorio RIMH.

La ubicación de los puntos de muestreo en el río Guadalquivir para el año 2015 y los resultados del ICO modificado de Prati para el mismo año, se encuentran graficados en el mapa 8 del anexo 4.

La evaluación de la variación de este índice también se realizó por tramos y corresponden a los mismos considerados en la evaluación del ICA.

*Primer tramo, desde la normal Canasmoros hasta aguas debajo de la población de San Lorenzo, (PC1 a PC2 año 2008, y P3 a P5 año 2015).*

La aplicación del indicador muestra que tanto el año 2008 como el año 2015, este tramo del río Guadalquivir calificó y califica como un río poco contaminado con materia orgánica (color verde), sin embargo al final se observan variaciones, en el año 2008 se incrementó el grado de contaminación calificando el río como moderadamente contaminado (color amarillo), sin embargo el 2015 también al final de tramo desciende su calidad pero a un rango de mayor contaminación, calificando como un río contaminado (color naranja), esto sucede en el sector donde el río recibe las descargas de aguas residuales domésticas de la población de San Lorenzo (ver mapas 7 y 8).

Para el año 2015 se analizaron puntos adicionales, se evaluó el río Carachimayo (P41) que aporta aguas al río Guadalquivir, calificadas como poco contaminadas (color verde); asimismo, se tomó una muestra aguas arriba del punto P3, cerca a la población de Trancas (P1), donde los resultados muestran que el río Guadalquivir presenta más carga orgánica pues califica como moderadamente contaminado (color amarillo) desde los inicios de la cuenca (ver mapa 8).

En este primer tramo se ha observado que el grado contaminación orgánica es el mismo entre los años 2008 y 2015, siendo en ambos casos poco contaminado (color verde) al inicio del tramo, sin embargo existe una variación al final, donde se ve un incremento en la contaminación orgánica, de moderadamente contaminado el año 2008 a contaminado el 2015.

*Segundo tramo, desde la población de San Lorenzo hasta el puente Peregrino en Tarija (PC2 a PC3 año 2008, y P5 a P12 año 2015).*

El año 2008 el río Guadalquivir iniciaba el segundo tramo en el punto PC2 con un rango de aguas moderadamente contaminadas (color amarillo), condición que se mantiene hasta el final del tramo. Para el año 2015 este mismo tramo muestra variación en el grado de contaminación orgánica, se observan cambios debido al proceso de autodepuración (P6, P9) y aporte de aguas de buena calidad (ríos Erquis P7 y Victoria P8), para luego ver impactos por descargas de aguas que incrementan la carga orgánica del río pasando por los rangos de moderadamente contaminado, contaminado, y finalmente terminar en la ciudad de Tarija con la calificación de muy contaminado (color rojo), debido al aporte de aguas residuales provenientes de las quebradas Sosa y Sagredo (ver mapas 7 y 8 en el anexo 4).

En resumen, entre los años 2008 y 2015 ha existido un incremento en la carga orgánica del río Guadalquivir que afectan de manera significativa a su capacidad de autorecuperación. El año 2008, inició y finalizó el tramo con moderada contaminación (color amarillo), sin embargo el año 2015 inicia este tramo con un rango de aguas contaminadas (color naranja) y termina con aguas muy contaminadas (color rojo), existiendo fluctuaciones que muestran el comportamiento del río frente a los aportes de agua que recibe.

*Tercer tramo, desde el puente Peregrino hasta el Temporal en el municipio de Tarija (PC3 a PC4 año 2008, y P12 a P29 año 2015).*

El indicador muestra el impacto que ya recibía el río Guadalquivir el año 2008 debido a las descargas provenientes del municipio de Tarija, pues en este tramo la contaminación orgánica se incrementó y el río pasó de moderadamente contaminado al inicio, a contaminado al final del tramo (ver mapa 7 del anexo 4).

En este mismo sector, en el año 2015, el río inicia como muy contaminado (color rojo), pero su capacidad de autodepuración logra degradar la carga orgánica bajando el grado de contaminación a sólo contaminado (color naranja) al final del tramo (ver mapa 8).

En el año 2015 se tomaron muestras en puntos intermedios (P18, P19, P25) que permitieron ver que el rango crítico se registra en un tramo corto (entre los punto P12 y P18) por el aporte de las quebradas Sosa y Sagredo. Luego, al recibir las descargas de las quebradas El Monte y San Pedro, que si bien reciben aguas residuales estas se van degradando antes de confluir con el río Guadalquivir, haciendo que el impacto a nivel de carga orgánica sea menos significativo por lo que el río baja el rango de contaminación en este punto, y baja aún más, luego de recibir el afluente del río Tolomosa, a moderadamente contaminado (color amarillo, P19). Sin embargo, el aporte de las quebradas Torrecillas y Cabeza de Toro, aguas abajo, nuevamente suben la carga orgánica, haciendo que el río pase al rango de aguas contaminadas (color naranja) (ver mapa 8 en anexo 4).

En este tercer tramo se observa que también ha existido un incremento de la carga orgánica en el río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015, que se observa de manera significativa al inicio del tramo en el municipio de Tarija, sin embargo en ambos años el aporte de las aguas residuales transportadas por las quebradas hacen que este termine al final del tramo, en ambos años 2008 y 2015, como un río contaminado (color naranja). Si bien, el rango de contaminación es el mismo en ambos años, el valor del ICO sube de 4,12 el año 2008 a 5,59 el año 2015, lo que implica que la contaminación de sus aguas se incrementó en ese periodo.

*Cuarto tramo, desde el Temporal en el municipio de Tarija hasta el Angosto en el municipio de Uriondo (PC4 a PC5 año 2008, y P29 a P40 año 2015).*

Para el año 2008, el río Guadalquivir iniciaba el tramo (PC4) con aguas contaminadas y mejoraba tras su recorrido, logrando clasificar dentro el rango de aguas moderadamente contaminadas (color amarillo) hacia el final de este. Para el año 2015, se manifiesta la misma variante entre los puntos inicial y final del tramo (ver mapas 7 y 8, anexo 4).

Los puntos intermedios evaluados en el año 2015 (P30, P37, P38), dan cuenta de que el río Guadalquivir, mejoró su condición antes de confluir con el río Santa Ana, lo que se advierte en la disminución de la carga orgánica, pues el río en el punto P30 califica como

moderadamente contaminado (color amarillo), condición que se mantiene hasta el final del tramo. El aporte del río Santa Ana (que califica como contaminado, color naranja), y el aporte del río Camacho, que califica como poco contaminado (color verde), no modifican el rango de contaminación del río Guadalquivir (ver mapa 8 en el anexo 4).

En este tramo no se observa una variación en el grado de contaminación orgánica del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015, lo que da cuenta de la capacidad de autorecuperación, cuando existe ausencia de presión antrópica que es la principal fuente de aporte de materia orgánica.

### **5.3 Variación de la calidad biológica del agua del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 a partir del índice BMWP/Bol.**

Se buscó evaluar, a partir de un tercer indicador, la variación de la calidad del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015, pero en esta ocasión a partir de su condición biológica empleando para ello bioindicadores.

Los organismos bioindicadores son especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia (normalmente es la sensibilidad) a varios parámetros. Son empleados a partir de la determinación de la presencia de una especie en particular, que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones<sup>68</sup>.

Los métodos que consideran a los macroinvertebrados bentónicos para determinar la calidad de las aguas, tienen su origen en los desarrollados por Kolkwitz & Marsson, quienes propusieron el sistema saprobiótico<sup>69</sup> continental, sentando las bases para el desarrollo de nuevos índices como el Biological Monitoring Working Party (BMWP)<sup>70</sup>.

El índice BMWP es el que presenta mayor versatilidad, razón por la que muchos países lo adoptaron, entre ellos España y Portugal en Europa (BMWP<sup>^</sup>), Costa Rica (BMWP/Cr), Colombia (BMWP/Col), Argentina (BMWP<sup>^</sup> adaptado), Ecuador y Venezuela, además de Bolivia (BMWP/Bol) en América Latina, este último fue elaborado en un trabajo coordinado entre el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos de la Universidad Mayor de San Simón<sup>71</sup>.

El resultado del índice BMWP varía con el número de taxones que a su vez depende de la calidad intrínseca del agua (por una parte, pocos taxones son resistentes y por otra parte, un agua muy pura es poco biógena<sup>72</sup> porque contiene pocos elementos nutritivos) y varía con la diversidad estructural del medio ambiente acuático (número de hábitats). Las

<sup>68</sup> Vazquez *et al.* 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua.

<sup>69</sup> Organismos que deben consumir otros organismos para alimentarse. Organismos que se alimentan de materia orgánica muerta.

<sup>70</sup> Medina-Tafur, C. Hora-Revilla, M. Asencio-Guzmán, I. Pereda-Ruiz, W. & R. Gabriel-Aguilar. 2008. El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama La Libertad. Perú.

<sup>71</sup> MMAyA. s/a. Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

<sup>72</sup> Que tiene aptitudes y capacidad para generar vida.

características geográficas, altitudinales (climáticas), geológicas e hidrológicas influyen también sobre la composición faunística. El índice BMWP permite establecer un diagnóstico de la calidad ecológica global de un ambiente acuático, con todas las causas mezcladas, integrando mediante la diversidad taxonómica, no sólo el nivel de contaminación del agua sino también otras nociones ecológicas menos identificables<sup>73</sup>.

El índice BMWP/Bol es un método que ofrece mayor nivel de sensibilidad, bajos costos y métodos simples de muestreo y análisis. Este índice particularmente no está sesgado por el gradiente altitudinal, debido a que la evaluación se produce según el patrón de ponderaciones de sensibilidad de los grupos poblacionales característicos en diferentes zonas de vida y no en la composición taxonómica de la estructura de las comunidades.

A partir de estas consideraciones se determinó emplear el índice BMWP/Bol, cuya metodología de aplicación fue desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a partir de una base de datos de 78 ríos ubicados en las Cuencas de Amazonas, del Plata y Endorreica, además de la ponderación de valores asignados por otros estudios realizados en la región neotropical que fue probada en diferentes regiones del país comprobándose su concordancia.

La aplicación del índice BMWP/Bol requiere de un muestreo de tipo cualitativo (presencia/ausencia) que incluye a todas las familias de macroinvertebrados que habitan en el tramo en estudio del cuerpo de agua. El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo a su tolerancia a la contaminación orgánica, donde el valor de 1 es para las familias menos sensibles y 10 para las más sensibles (ver cuadro III del anexo 2).

La interpretación de los resultados de la calidad biológica del agua se hizo por comparación con lo establecido en el siguiente cuadro, donde se representan las clases de agua de los ríos y la calidad correspondiente de acuerdo con los resultados obtenidos de la suma total de puntos del índice BMWP/Bol. La calificación va desde buena (>100) a muy crítica (<16), utilizando colores diferentes para cada calidad del agua, lo que permite su representación a través de un mapa como se verá más adelante.

---

<sup>73</sup> Cammaerts *et al.* 2008. Bioindicación de la calidad de los cursos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante macroinvertebrados acuáticos.



**Rangos de calidad asignados al BMWP/Bol por clase y calidad de agua**  
**Cuadro 5.3**

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: MMAyA. s/a. Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

Con la puntuación del BMWP/Bol, obtenida según el procedimiento descrito anteriormente, se ha procedido a determinar el estado de la calidad biológica de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir.

Para el 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»<sup>74</sup>.

El artículo indica que fueron recolectadas 120 muestras en 103 puntos diferentes, 89 ubicados en ríos permanentes que fueron muestreados durante la época de estiaje (en temporada seca o al inicio de la temporada lluviosa).

De los 103 puntos de muestreo, 16 han sido considerados relevantes para la auditoría ambiental, ya que coinciden y/o se encuentran dentro la zona de estudio delimitada. La descripción de estos puntos de muestreo se encuentra en el cuadro II del anexo 2 (ver ubicación en el mapa 9, anexo 4).

Las siguientes tablas presentan los resultados de la aplicación del índice BMWP/Bol en los cuerpos de la cuenca del río Guadalquivir para el año 2008, calculados a partir de la identificación de macroinvertebrados del trabajo realizado el año 2008. Ver los resultados de la identificación de la presencia de macroinvertebrados en la cuenca de estudio en el cuadro VII del anexo 2.

<sup>74</sup> De los autores Cammaerts D., Cammaerts R., Riboux A., Vargas M. & F. Laviolette, publicado en la revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 22: 19-40, 2008.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Guadalquivir - 2008**
**Tabla 5.9**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P1	144	I	Aguas muy limpias. No contaminadas	Buena
P2	103	I	Aguas muy limpias. No contaminadas	Buena
P3	124	I	Aguas muy limpias. No contaminadas	Buena
P6	77	II	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable
P7	61	II	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable
P8	98	II	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable
P9	52	III	Aguas contaminadas	Dudosa
P14	42	III	Aguas contaminadas	Dudosa

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en los río Sella y Erquis - 2008**
**Tabla 5.10**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P4	17	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P5	78	II	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Tolomosa - 2008**
**Tabla 5.11**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P10	57	III	Aguas contaminadas	Dudosa
P11	161	I	Aguas muy limpias. No contaminadas	Buena
P10	39	III	Aguas contaminadas	Dudosa

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Santa Ana - 2008**
**Tabla 5.12**

Nº	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P13	79	II	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Camacho - 2008**  
**Tabla 5.13**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P15	89	II	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable
P16	108	I	Aguas muy limpias. No contaminadas	Buena

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

El muestreo de macroinvertebrados bentónicos se realizó en los mismos 23 puntos de la cuenca, donde se tomaron muestras para el análisis fisicoquímico y bacteriológico. La descripción de los puntos de muestreo se encuentra en el cuadro V del anexo 2, su ubicación se puede apreciar en el mapa 10 del anexo 4 del presente documento. La toma de muestras y su respectivo análisis estuvo a cargo del laboratorio RIMH Servicios Analíticos y Ambientales, de la ciudad de Tarija contratado por la Contraloría General del Estrado para tal fin.

Cada estación de muestreo comprendió un tramo representativo de la masa de agua del punto a ser muestreado (fascie), se evitó situar la estación de muestreo aguas debajo de perturbaciones hidromorfológicas, físico químicas o alteración antrópica eventual.



**Muestreo de macroinvertebrados**

Las muestras de macroinvertebrados fueron tomadas a 100 m aproximadamente aguas arriba de los puntos muestreados para el análisis físico químico y medición de caudal, esto para evitar enturbiar el agua y que los macroinvertebrados sean arrastrados por la corriente al detectar las vibraciones que podrían ser ocasionadas.

El muestreo fue cualitativo, se efectuaron 4 submuestras en cada estación (fascie), las muestras colectadas fueron realizadas con redes surber. Una vez sumergidas las redes, se procedió a remover los sustratos con la mano o botas y recoger con la red el material que era arrastrado por la corriente o el que quedaba en suspensión.

En zonas lóaticas (lugares donde hay corriente) se examinaron las piedras y se removieron los depósitos inferiores más finos para desalojar cualquier organismo. En zonas lénticas (lugares donde no hay corriente) se hizo un movimiento intenso, se retiraron las piedras cuidadosamente



**Macroinvertebrado identificado**

para luego rasparlas con la mano dentro de la red, asegurándonos que todo organismo adherido a la piedra pase a la red. El material recogido y almacenado bajo estándares definidos fue trasladado al laboratorio para su clasificación.

A partir de los resultados emitidos por el laboratorio, que se encuentran tabulados en el cuadro VII del anexo 2, se procedió a realizar el cálculo del índice BMWP/Bol para cada punto. La siguiente tabla presenta los resultados del índice, obtenidos por cuerpo de agua de la cuenca de estudio.

#### Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Guadalquivir - 2015

Tabla 5.14

Punto de muestreo	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P1	29	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P3	81	II	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable
P5	50	III	Aguas contaminadas	Dudosa
P6	51	III	Aguas contaminadas	Dudosa
P9	47	III	Aguas contaminadas	Dudosa
P12	17	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P18	14	V	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica
P19	17	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P25	26	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P29	23	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P30	11	V	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica
P32	15	V	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica
P37	25	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P38	31	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P40	32	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

#### Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Erquis - 2015

Tabla 5.15

Punto de muestreo	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P7	31	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

#### Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Victoria - 2015

Tabla 5.16

Punto de muestreo	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P8	20	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Tolomosa - 2015**

**Tabla 5.17**

Punto de muestreo	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P20	29	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P21	18	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Santa Ana - 2015**

**Tabla 5.18**

Punto de muestreo	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P31	14	V	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Camacho - 2015**

**Tabla 5.19**

Punto de muestreo	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P33	44	III	Aguas contaminadas	Dudosa
P35	18	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica
P36	31	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

**Resultados del Índice BMWP/Bol en el río Carachimayo - 2015**

**Tabla 5.20**

Punto de muestreo	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición biológica
P41	43	III	Aguas contaminadas	Dudosa

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.

A partir de los resultados de la aplicación del índice BMWP/Bol para los años 2008 y 2015, se expone a continuación el análisis de la variación producida en los diferentes cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir. Para una mejor valoración de la variación del índice se ha elaborado la siguiente tabla, donde se relacionan los puntos de muestreo coincidentes de los años 2008 y 2015.

**Valores del índice BMWP/Bol de puntos de muestreo coincidentes entre los años 2008 - 2015**

**Tabla 5.21**

Punto de muestreo 2008 (*)	BMWP/Bol	Condición biológica	Punto de muestreo 2015	BMWP/Bol	Condición biológica
P1	144	Buena	P1	29	Crítica
P2	103	Buena	P3	81	Aceptable
P3	124	Buena	P6	51	Dudosa
P5	78	Aceptable	P7	31	Crítica



Punto de muestreo 2008 (*)	BMWP/Bol	Condición biológica	Punto de muestreo 2015	BMWP/Bol	Condición biológica
P6	77	Aceptable	P12	17	Crítica
P7	61	Aceptable	P18	14	Muy crítica
P9	52	Dudosa	P29	23	Crítica
P10	161	Buena	P20	29	Crítica
P12	39	Dudosa	P21	18	Crítica
P13	79	Aceptable	P31	14	Muy crítica
P14	42	Dudosa	P37	25	Crítica
P15	89	Aceptable	P36	31	Crítica

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la colecta de macroinvertebrados acuáticos del artículo científica de Cammaerts *et al.* 2008 para el año 2008 y resultados del análisis de laboratorio de la colecta de macroinvertebrados realizado del 9 al 14 de noviembre de 2015.

(\*) El código de los puntos de muestreo para el año 2008 fue asignado para esta auditoría según el orden presentado en los resultados del artículo de referencia.

El año 2008, el río presentaba una condición biológica buena (azul), a la altura del punto P1, cerca de la población de Tomatas Grande en el municipio de San Lorenzo, lo que indica que las aguas del río Guadalquivir eran limpias y no contaminadas. Para el año 2015, en el mismo lugar (P1), la condición biológica se torna crítica (naranja) y la calidad del cuerpo de agua pasa a muy contaminada, lo que indica que el agua alberga una fauna resistente a la contaminación (familias Chironomidae y Naucoridae), esta última se caracteriza por estar presente en aguas lentas (ver mapas 9 y 10 en el anexo 4).

Aguas abajo, para el 2008, el punto P2 que se encuentra pasando el puente Carachimayo, presentaba una condición biológica buena (azul), los taxa característicos de esta clase de calidad de agua eran del orden Ephemeroptera representados con las familias Leptophlebiidae y Oligoneuriidae, que viven en ríos limpios con un alto contenido de oxígeno disuelto. Se los suele encontrar adheridos en rocas o vegetación acuática. Para el 2015, se realizaron 2 muestreos cerca al punto anteriormente mencionado, en el punto P3 y P41. El punto P3 se encuentra pasando la cámara séptica de Canasmoros y presenta una condición biológica aceptable (verde), en este caso ya aparece el orden Coleóptera con la familia Elmidae, que son moderadamente tolerantes a la contaminación ya que no son capaces de resistir un elevado nivel de impacto ambiental, e Hydrophilidae que tiene la capacidad de soportar cierto grado de contaminación y no ser muy exigente en los niveles de oxígeno, a este grupo no se lo considera como buen indicador de calidad de agua, ya que se encuentra presente en todo tipo de ambientes. El segundo punto de muestreo (P41) se encuentra en el río Carachimayo, que presenta una condición biológica dudosa (amarillo), aparecen los dípteros (Chironomidae), que pueden tolerar condiciones de falta casi total de oxígeno (ver mapas 9 y 10 en el anexo 4).

El punto de muestreo P3 para el 2008 y el P6 para el 2015 se encuentran sobre el río Guadalquivir antes de su unión con el río Sella. El punto P3, pasa de calidad muy limpia y no contaminada el año 2008, a una calidad con evidencias de contaminación el 2015 (P6), esta degradación de calidad del cuerpo de agua se debe al aporte del río Carachimayo, el

cual está afectado, entre otros, por las aguas servidas de una escuela primaria ubicada en las proximidades.

Para el año 2008 este sitio tenía una condición biológica buena (azul), en la parte alta de la cuenca del río Guadalquivir se encontraron las familias Leptohiphidae y Leptophlebiidae pertenecientes al orden Ephemeropteros, grupos que no toleran la contaminación ni las alteraciones de la vegetación de ribera, por lo que son considerados como indicadores de buena calidad de agua. Para el año 2015 (P6), el punto pasa a una condición biológica dudosa (amarillo), que corresponde a aguas contaminadas, en este punto, además de las familias mencionadas, aparecen organismos del orden Hemiptera que no se consideran como indicadores de buena calidad de agua (familia Gelastocoridae) y el orden Gastropoda, que presenta tolerancia a contaminantes orgánicos (familia Physidae). Esta misma tendencia presenta el punto P5 para el 2015 que se encuentra después de la descarga de aguas residuales domésticas de las lagunas de San Lorenzo (ver mapas 9 y 10 en anexo 4).

Aguas abajo, para el 2008, los puntos P5 y P6 correspondían a una condición biológica aceptable (verde) con una calidad de aguas donde se evidencia algún efecto de contaminación, estos puntos estaban poco afectados por la contaminación orgánica. El río Erquis, (P5), albergaba una fauna que combinaba elementos sensibles a la contaminación (Leptophlebiidae), menos sensibles (Philopotamidae y Pyralidae) y resistentes (numerosos Ephydriidae) (ver mapa 9 en el anexo 4).

Para el año 2015, el río Erquis (P7) y el río Guadalquivir a la altura del punto P12 (después de las quebradas Sosa y Sagredo), pasan a una condición biológica crítica (naranja) con calidad de aguas muy contaminadas. El punto P7, alberga una fauna menos sensible a la contaminación (Simuliidae, Leptohiphidae) y resistente (Baetidae, Hydropsychidae), desapareciendo las familias más sensibles que se reportaron para el año 2008. Algo similar ocurre en el punto P12 con la presencia de grupos resistentes a la contaminación (Hydropsychidae, Pyralidae y Ampullariidae) y muy resistente a la contaminación que incluso pueden tolerar condiciones de falta casi total de oxígeno, como es el caso de la familia Chironomidae. En este sentido, la condición biológica de este sitio de muestreo pasó de aceptable (verde) el año 2008, a crítica (naranja) el año 2015, debido principalmente a la contaminación proveniente de las quebradas Sosa y Sagredo en el caso del río Guadalquivir (ver mapa 10 en el anexo 4). En el caso del río Erquis, esta situación puede asociarse al uso de detergentes debido a que el agua en la zona se emplea para el lavado de ropa.

Para el 2015, se tomaron muestras en puntos intermedios (P8 y P9) entre los sitios P7 y P12. Estos puntos se localizan sobre el río Victoria antes de la unión con el río Guadalquivir y sobre el río Guadalquivir después de la unión con los ríos Sella, Erquis y Victoria, respectivamente. El punto P8 presenta una condición biológica crítica (naranja), albergando una fauna resistente a la contaminación, entre ellas a las familias Elmidae, Physidae, Planorbiidae y Chironomidae, ésta última puede soportar situaciones de fuerte contaminación orgánica. El punto P9 presenta una condición biológica dudosa (amarillo),

acá la condición mejora habiéndose encontrado familias del tipo Glossosomatidae y Simuliidae, que aunque son capaces de tolerar una ligera contaminación orgánica, son consideradas como indicadores de buena calidad del agua. La mejora de la calidad del agua se debe principalmente a que ocurre un proceso de autopurificación<sup>75</sup> (ver mapa 10 en el anexo 4).

Aguas abajo, el punto P7 (2008) y el P18 (2015) que se encuentran sobre el río Guadalquivir, aguas debajo de las quebradas El Monte y San Pedro, presentaba, el año 2008, una condición biológica aceptable (verde), con algún efecto de contaminación orgánica. Sin embargo, para el 2015 este sitio pasó a tener una condición biológica muy crítica (rojo), con aguas altamente contaminadas que sólo pueden albergar una fauna muy pobre de taxones resistentes, la máxima representación pertenece a la familia Chironomidae seguida de Ephydriidae, pertenecientes al orden Díptera, ambas muy tolerantes a la contaminación orgánica, que pueden tolerar condiciones de anoxia. Esto nos muestra el deterioro del cuerpo de agua (ver mapas 9 y 10 en el anexo 4).

El río Tolomosa, el año 2008 fue muestreado en tres puntos (P10, P11 y P12, ver mapa 9 en anexo 4) y el 2015 en los puntos P20 y P21. El punto de muestreo P10, para el 2008 y P20 para el 2015, se encuentran antes de llegar a la represa San Jacinto, en estos puntos se observa un cambio de la condición biológica de buena (azul), para el 2008 que corresponde a aguas aparentemente no contaminadas o de manera que no afecta la fauna, a una condición biológica crítica (naranja) para el 2015 que presentan como macrofauna representativa las familias menos sensibles a la contaminación (Chironomidae, Hydropsychidae) y las que toleran cierta contaminación orgánica (Simuliidae). Asimismo, se observó un cambio entre los puntos P11 y P12 para el año 2008 y P21 para el 2015, de condición dudosa (amarillo) el 2008, a crítica (naranja) para el 2015.

Para el 2008, el punto de muestreo P9 se encuentran en la zona baja del municipio de Tarija (cerca del puente San Luis), este sitio corresponde a una condición biológica dudosa (amarillo), es decir aguas contaminadas, que es característica de ecosistemas perturbados cuyas aguas tienen una fauna diversificada. Para el 2015, los puntos de muestreo P19 y P29, que se encuentran en el río Guadalquivir después de su unión con la Quebrada Cabeza de Toro, tiene una condición biológica crítica (naranja) con una calidad de aguas muy contaminadas, el rango de diversidad biológica es bajo, estando presentes las familias con menor sensibilidad a aguas contaminadas como es el caso de las familias Chironomidae, Ephydriidae y en menor cantidad la familia Dytiscidae (Coleóptero) que tienen la capacidad de usar aire atmosférico lo que hace que no sean organismos muy sensibles a la contaminación (ver mapas 9 y 10 en el anexo 4).

Para el 2015 se realizó el muestreo en el río Guadalquivir después de la Quebrada Torrecillas y el río Tolomosa (P25), dicho punto también pertenece a la condición biológica

---

<sup>75</sup>La capacidad de un cuerpo de agua para deshacerse de los contaminantes. La eliminación de materia orgánica, nutrientes o de otros contaminantes procedentes de un lago o una corriente por la actividad biológica.

crítica (naranja) albergando una fauna mezclada como los grupos que precisan de aguas frías ricas en oxígeno (Elmidae), los que son tolerantes a la contaminación (Chironomidae), ambos grupos soportan niveles de contaminación moderada (Empididae), cuya presencia puede ser asociada con una calidad biológica predominantemente mala en el agua (ver mapa 10).

El punto de muestreo P13 para el 2008 y el P31 para el 2015 se encuentran sobre el río Santa Ana. El año 2008 este sitio pertenecía a la condición biológica aceptable (verde), poco afectado por la contaminación orgánica, sin embargo para el 2015 el río pasa a una condición biológica muy crítica (rojo) en este punto, condición considerada como altamente contaminada, la diversidad biológica es baja, estando presentes las familias Chironomidae y Physidae que pueden tolerar ambientes anóxicos y tolerar contaminantes orgánicos. Para el 2015, también se realizó un muestreo en el río Guadalquivir, antes de la unión con el río Santa Ana (P30), este lugar pertenece a la condición biológica muy crítica (rojo), con la presencia de familias tolerantes a la contaminación (Chironomidae, Physidae) (ver mapas 9 y 10 en el anexo 4).

El punto de muestreo P14 para el 2008 y el P37 para el 2015 se encuentran en el río Guadalquivir, antes de confluir con el río Camacho (municipio de Uriondo). Para el 2008, los resultados correspondían a una condición biológica dudosa (amarillo), perteneciente a aguas contaminadas. Para el 2015, pasan a una condición biológica crítica (naranja) con una calidad de aguas muy contaminadas. Esta condición se debe a la mayor presencia del orden Díptera con las familias Chironomidae y Ephydriidae, que son grupos característicos de ambientes contaminados. Sin embargo también hay que resaltar la presencia del Orden Ephemeroptera (Leptophebiidae) que requiere un alto contenido de oxígeno disuelto para su permanencia, lo que indica que en el lugar, el río no presenta deficiencia respecto de este elemento.

Para el 2015, cercano al punto de muestreo P37, en el río Guadalquivir, antes de su unión con el río Camacho, se encuentran los puntos P35 y P36 en el río Camacho, que también pertenecen a la condición biológica crítica (naranja), coincidiendo ambos puntos con la presencia de familias menos sensibles a la contaminación (Chironomidae, Hydropsychidae) y las que toleran cierta contaminación orgánica (Simuliidae).

Para el 2008, el punto de muestreo P14 que se encuentra en el río Camacho, pertenecía a la condición biológica aceptable (verde) con una calidad de aguas donde se evidencia algún efecto de contaminación, dicho punto se encontraba poco afectado por la contaminación orgánica. Para el 2015, en aproximadamente el mismo lugar, el punto P36 presenta una condición biológica crítica (naranja), este sitio alberga una fauna que combina elementos sensibles a la contaminación (Leptophlebiidae), menos sensibles (Leptohyphidae) y resistentes (Chironomidae), lo que explica el hecho de que los impactos en esta cuenca son bastante locales y temporarios (ver mapas 9 y 10).

Para el 2015, el punto P40, que se encuentra en el río Guadalquivir antes de la descarga de aguas domésticas residuales de Calamuchita, sigue la tendencia de los anteriores puntos mencionados (P35, P36, P37 y P38) correspondiendo a la misma condición biológica crítica (naranja) y existiendo las mismas familias de macroinvertebrados descritas en dichos puntos de muestreo (ver mapa 10).

El 2015 se seleccionó un punto de muestreo en el municipio de Padcaya (P33), que se encuentra sobre el río Camacho, antes de la descarga de aguas residuales domésticas de la comunidad de Cañas, este punto corresponde a una condición biológica dudosa (amarillo), este sitio alberga fauna combinada entre grupos que considerados como muy buenos indicadores de la calidad del agua (Perlidae), buenos indicadores sensibles a la contaminación (Leptophlebiidae), los que habitan ambientes oxigenados y son indicadores de agua de buena calidad representado por el Orden Megalóptera (Corydalidae) y el grupo que tiene tolerancia moderada a la contaminación (Hydropsychidae). Esta mezcla de grupos de macroinvertebrados presentes en este punto de muestreo nos hace pensar que ocurre un proceso de autodepuración progresivo.

A partir de esta exposición podemos concluir que, la aplicación del índice BMWP/Bol para los años 2008 y 2015, muestra una variación negativa significativa entre los valores obtenidos, que dan cuenta de que la cuenca del río Guadalquivir ha sufrido un deterioro progresivo generado por la presencia/ausencia de los macroinvertebrados bentónicos empleados como bioindicadores.

Para el 2008 se tenían puntos con una condición biológica de buena (azul), aceptable (verde) y dudosa (amarillo), no existían puntos con condiciones críticas (naranja), ni muy críticas (rojo). Sin embargo para el 2015 se tiene un punto con condición biológica aceptable (verde) y el resto corresponde a condiciones dudosas (amarillo), críticas (naranja) y muy críticas (rojo) (ver mapas 9 y 10 en el anexo 4).

En todos los puntos muestreados para el 2015 se obtuvo baja presencia de organismos indicadores de buena calidad del agua, los colectados determinaron que hay moderada contaminación, con tendencia a aumentar, por lo que la desaparición de familias intolerantes a la contaminación indican cambios ecológicos negativos en las zonas de muestreo.

La mayor contaminación para el 2015 se detectó en los puntos P18, P30 y P31, donde se registró un fuerte descenso de riqueza faunística (diversidad) y a la vez un incremento de las familias que son muy tolerantes a la contaminación. Dichos puntos pertenecen a la condición biológica muy crítica (rojo) del índice BMWP/Bol y se encuentran en el municipio de Tarija y aguas abajo en los límites de esta jurisdicción, hasta donde se entiende, se extiende la contaminación de manera significativa (ver mapa 10).



#### 5.4 Variación del crecimiento poblacional, industrial y de la actividad extractiva en la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015.

Este indicador fue formulado para evaluar la variación de las condiciones socioeconómicas de la zona de estudio entre los años 2008 y 2015, expresada en términos de crecimiento poblacional, industrial y de la actividad extractiva, ésta última referida a los áridos y agregados en cauces de ríos de la cuenca del río Guadalquivir. El análisis se hizo por cada aspecto señalado y por municipio.

##### 5.4.1 Variación del crecimiento poblacional.

###### Municipio de Tarija.

La siguiente tabla muestra el crecimiento poblacional en el municipio de Tarija, respecto de todo el municipio y sólo en el área de concesión del servicio agua potable y de alcantarillado sanitario, en el periodo 2008 - 2015.

**Datos poblacionales municipio de Tarija 2008-2015**

**Tabla 5.22**

Gestión	Población total del municipio de Tarija (INE)	Población del área de concesión
2008	192.347	182.629
2009	195.674	-
2010	198.856	-
2011	202.089	-
2012	205.375	-
2013	208.661	-
2014	211.791	-
2015	214.968	194.352

Fuente: AAPS, INE.

Se puede apreciar que entre los años 2008 y 2015 ha existido un crecimiento poblacional dentro del área de concesión de aproximadamente el 6% respecto de la población inicial, incrementándose alrededor de 11 mil habitantes.

Respecto de la población total del municipio de Tarija<sup>76</sup>, se ha observado un crecimiento aproximado del 11%, sumándose alrededor de 22 mil habitantes en todo el municipio, entre los años 2008 y 2015.

<sup>76</sup> Datos aproximados, calculados a partir de la tasa de crecimiento anual estimado por el INE y de la información del censo 2012, proporcionado por esta entidad mediante nota CITE: INE-DAS-DEIES N.º 0731/16 recibida el 19 de mayo de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/175/2016 recibida el 11 de mayo de 2016.

A partir de los mismos datos podemos advertir que el crecimiento poblacional fuera del área de concesión entre los años 2008 y 2015 se duplicó respecto de la población que había el año 2008.

Municipio de San Lorenzo.

Cabe aclarar que en este y en los siguientes municipios no existen áreas de concesión respecto de las cuales se pueda establecer una población, los datos poblacionales están referidos a todo el municipio o en su caso a los centros poblados que se encuentran en la zona de influencia de la cuenca del río Guadalquivir.

Para el caso particular de San Lorenzo los datos recabados mostraron que en el año 2008 existía una población de alrededor de 6 mil habitantes en la zona de influencia de la cuenca que comprende a la población de Villa San Lorenzo y las comunidades de Tarija Cancha Sur, Canasmoro y Tomatitas. En estos mismos centros poblados, la población creció para el año 2015 en un 43% respecto de la población inicial, lo que equivale aproximadamente a 9 mil habitantes<sup>77</sup>.

Municipio de Uriondo.

Para el caso del municipio de Uriondo, se analizó el crecimiento poblacional respecto de los centros poblados del Valle de la Concepción y las comunidades de Chocloca, San Antonio y Calamuchita.

Para el caso del Valle de la Concepción la población el año 2008 era alrededor de 1.600 habitantes y para el año 2015 ésta subió a aproximadamente a dos mil, habiéndose incrementado en más algo más del 25% de la población inicial.

En el caso de la comunidad de Chocloca se ha advertido un crecimiento poblacional de cerca de 100 habitantes para el periodo 2008-2015, asimismo, en la comunidad de San Antonio se ha advertido un crecimiento poblacional de alrededor de 80 habitantes en el mismo periodo y finalmente para el caso de la comunidad de Calamuchita se advirtió un crecimiento poblacional de 300 habitantes.

De manera general, el crecimiento poblacional en el municipio de Uriondo, en el periodo 2008-2015, en los centros poblados de la zona de influencia del río Guadalquivir ha sido de alrededor de mil habitantes, lo que representa un crecimiento poblacional aproximado del 27% respecto de la existente al inicio del periodo de evaluación.

---

<sup>77</sup> Los datos poblacionales se han calculado en base a la información del censo 2012 y del dato de la tasa de crecimiento poblacional reportado por el Instituto Nacional de Estadística.

*Municipio de Padcaya.*

En el municipio de Padcaya existen sólo dos comunidades que tienen influencia en la zona de estudio, nos referimos a Cañas y Chaguaya.

El crecimiento poblacional advertido en estas comunidades para el periodo 2008-2015 fue alrededor de 90 habitantes para el caso de Chaguaya y una cantidad similar para el caso de Cañas. Conjuntamente estas comunidades habrían incrementado su población en casi 200 habitantes en el periodo evaluado.

**5.4.2 Variación del crecimiento industrial.**

El análisis del crecimiento industrial se hizo por municipio y sólo para aquellos que registran este tipo de actividad, nos referimos a Tarija y San Lorenzo.

*Municipio de Tarija.*

La información ha sido proporcionada por la Instancia Ambiental del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija a partir de la cual se ha generado una compilación de la cantidad de industrias que se han cuantificado a través del Registro Ambiental Industrial (RAI) en el periodo de evaluación, información que permitió analizar el crecimiento de este sector, el mismo que se visualiza en la siguiente tabla.

**Industrias registradas en el municipio de Tarija entre los años 2008 y 2015**

**Tabla 5.23**

Gestión	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Industrias registradas (RAI) en cada gestión (incluye renovaciones)	13	16	56	75	92	78	44	33
Industrias registradas (RAI) acumulativo	13	63	119	194	286	364	408	407*
Registros nuevos (RAI) en cada gestión (no incluye renovaciones)	13	16	56	72	77	68	40	31
Industrias registradas (RAI) (no incluye renovaciones) acumulativo	13	29	85	157	234	302	342	373

Fuente: GAMT.

(\*) Incluye 34 industrias que renovaron su RAI entre los años 2011 y 2015 y que ya estaban registradas antes del año 2008.

Entre los años 2008-2015 se han registrado en cada gestión cantidades diferentes de industrias, la gestión con más registros fue el año 2012 con 92 actividades y la gestión con menos registros fue el año 2008 con 13 industrias, esto entre registros nuevos y renovaciones, sin embargo la situación es similar a nivel únicamente de registros nuevos.

Para el final del periodo de evaluación, hasta el año 2015, se han contabilizado un total de 407 actividades industriales registradas, tomando en cuenta a las industrias que renovaron

su RAI, que representan a las actividades que ya estaban registradas antes del año 2008. Entre los años 2008 y 2015 se han generado 373 nuevos registros de actividades industriales, lo que denota un crecimiento significativo del sector en el municipio de Tarija.

Es importante complementar este análisis con el crecimiento de industrias por categoría, obtenida a partir del RAI, que contempla las categorías 1, 2, 3 y 4, siendo las primeras (1, 2, 3) consideradas como las de más alto riesgo de contaminación y las categoría 4 como las de menor riesgo de contaminación.

#### Industrias registradas por categoría en el municipio de Tarija entre los años 2008 y 2015

Tabla 5.24

Gestión	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Industrias registradas con categoría 1 y 2.	0	0	1	0	1	0	1	0	3
Industrias registradas con categoría 3.	0	4	4	13	20	7	2	5	55
Industrias registradas con categoría 4.	13	12	51	62	71	71	41	28	349

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por el GAM de Tarija.

La información de la tabla anterior permite advertir que si bien ha existido un crecimiento industrial importante entre los años 2008 y 2015, este comprende de manera prioritaria a las actividades industriales de categoría 4, seguido de las actividades industriales de categoría 3, existiendo apenas el registro de 3 actividades industriales con categoría 1 y 2 en este periodo.

#### Municipio San Lorenzo.

La información que fue proporcionada por la Instancia Ambiental de la municipalidad, permitió cuantificar, a través del RAI, a las industrias registradas. Estos datos permitieron analizar el crecimiento del sector. Los datos figuran en la siguiente tabla.

#### Industrias registradas en el municipio de San Lorenzo entre los años 2008 y 2015

Tabla 5.25

Gestión	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Industrias registradas (RAI) en cada gestión	-	2	-	3	3	1	2	6
Industrias registradas (RAI) acumulativo	-	2	2	5	8	9	11	17

Fuente: GAMSL.

Entre los años 2009-2015 el registro por año fue variable, habiendo sido la última gestión la que registró el mayor número de actividades industriales en el municipio de San Lorenzo. Acumulativamente se registraron 17 industrias en todo el periodo evaluado, que si bien denota un crecimiento en la actividad industrial, resulta poco relevante comparado con el existente en el municipio de Tarija.

En todo el periodo evaluado no se registró ninguna industria con categoría 1 y 2 y se registraron únicamente dos industrias con categoría 3, lo que permite advertir que el crecimiento industrial comprende de manera prioritaria a las actividades industriales de categoría 4.

#### ***5.4.3 Variación del crecimiento de la actividad extractiva.***

La información recabada para el año 2008, dio cuenta de que los gobiernos municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, no contaban con un registro de las empresas que se dedicaban a la extracción de áridos y agregados, por lo que estas no fueron identificadas, lo que sin embargo no quiere decir que para ese año no hubieran empresas operando y llevando a cabo actividades de extracción de áridos y agregados en los diferentes ríos que forman parte de la cuenca de estudio.

En cuanto al número de empresas identificadas para la extracción de áridos y agregados al año 2015 se advirtió lo siguiente:

- El Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo, registró 5 empresas de extracción a nivel industrial.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, registró 13 empresas de extracción a nivel industrial.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, informó sobre 7 empresas constructoras que extraen áridos y agregados dentro el municipio.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, dio referencia de dos empresas registradas para la extracción de áridos y agregados en esta jurisdicción.

Dada la inexistencia de un base de datos (línea base 2008), acerca del número de empresas registradas en las municipalidades para realizar trabajos de extracción de áridos y agregados, no es posible establecer una variación que muestre el crecimiento de la actividad extractiva entre los años 2008 y 2015. La inexistencia de bases de datos o registros acerca de la actividad, pone en evidencia falencias relacionadas con la regulación de estas actividades.

El municipio de Tarija es el que presenta el mayor número de empresas registradas o identificadas, siguiendo los municipios de Uriondo y San Lorenzo, esto a nivel industrial. No existen datos exactos de actividades registradas a nivel artesanal.

#### **5.5 Variaciones en el sector industrial en la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015.**

A continuación hacemos un análisis de algunos aspectos que competen de manera particular al sector industrial.



### 5.5.1 Variación de la cobertura de alcantarillado sanitario en el sector industrial entre los años 2008-2015.

La variación de la cobertura del servicio de alcantarillado en el sector industrial entre los años 2008 y 2015 se analizó por municipio.

#### Municipio de Tarija.

Cabe recordar que la base de datos proporcionada por la municipalidad de Tarija no contaba con información acerca del lugar de disposición de efluentes de las industrias registradas entre los años 2008 al 2010, por lo que el periodo de evaluación se remitió a los años 2011-2015. Ver datos en la siguiente tabla.

#### Variación cobertura del alcantarillado sanitario sector industrial – municipio de Tarija

**Tabla 5.26**

Industrias consideradas	Cobertura del alcantarillado sanitario en el sector industrial 2011 (%)	Cobertura del alcantarillado sanitario en el sector industrial 2015 (%)
Todas las industrias registradas	45	66
Sólo las industrias que generan efluentes líquidos industriales	46	55

Fuente: elaboración propia a partir de la información remitida por el GAMT.

Los resultados obtenidos permitieron apreciar la variación de la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en el sector industrial entre los años 2011 y 2015. Pudimos advertir que para el año 2011, sólo el 45% de las industrias estaban conectadas al alcantarillado sanitario (34 de las 75 industrias registradas). Para el 2015 la cobertura se incrementó al 66% (212 de 322 industrias registradas estaban conectadas al alcantarillado). Estos resultados mostraron un crecimiento del 20% en la cobertura del servicio en este sector en el periodo 2011 – 2015.

En lo que compete exclusivamente a las industrias que generan efluentes industriales líquidos la cobertura del servicio era del 46% el año 2011 (18 de 39 industrias), para el 2015 este subió al 55% (76 de 138 industrias), lo que significa un crecimiento próximo al 10%, un porcentaje menor respecto del universo de industrias registradas.

Si bien no se han incluido en los indicadores al periodo 2008-2010 por falta de información, es importante notar que en este tiempo se registraron 85 industrias, de las cuales 26 generaban efluentes líquidos industriales producto de sus operaciones.

A partir de la base de datos proporcionada por la municipalidad se pudo advertir que entre los años 2011 y 2015 existió un crecimiento industrial importante con 247 industrias nuevas registradas, de las cuales sólo 99 generan efluentes líquidos de tipo industrial. De estas 99 industrias sólo se conectaron a la red de alcantarillado sanitario 58 actividades (aproximadamente el 58%).

Municipio de San Lorenzo.

Cabe recordar que la municipalidad informó que en la gestión 2008 no se registró ninguna industria, por lo que el periodo de evaluación fue entre los años 2009-2015.

**Variación cobertura del alcantarillado sanitario sector industrial – municipio San Lorenzo**  
**Tabla 5.27**

Industrias consideradas	Cobertura del alcantarillado sanitario en el sector industrial 2009 (%)	Cobertura del alcantarillado sanitario en el sector industrial 2015 (%)
Todas las industrias registradas	100	47
Sólo las industrias que generan efluentes líquidos industriales	100	50

Fuente: elaboración propia a partir de la información remitida por el GAMS.L.

De acuerdo a los datos de la tabla anterior, entre los años 2009 y 2015 hubo un incremento de industrias conectadas al alcantarillado sanitario, que sin embargo no acompañó al crecimiento de la actividad industrial, de ahí que si bien el año 2009 las dos industrias registradas estaban conectadas a la red, para el 2015 las conectadas a la red fueron sólo fue del 47%.

En lo que compete exclusivamente a las industrias que generan efluentes líquidos de tipo industrial, el 2009 las dos industrias registradas estaban conectadas a la red de alcantarillado y para el 2015 la cobertura se redujo al 50%, creció el número de industrias pero no en la misma proporción la cobertura del servicio.

Entre el 2009 y 2015 se registraron 15 industrias nuevas en el municipio de San Lorenzo, de las cuales 10 generaban efluentes líquidos de tipo industrial y de estas sólo 4 se conectaron a la red de alcantarillado en este tiempo.

**5.5.2 Variación de la calidad de las descargas industriales entre los años 2008-2015.**

A continuación se evaluará la variación de la calidad de las descargas del sector industrial entre los años 2008 y 2015 para los municipios de Tarija y San Lorenzo. En lo que concierne al municipio de Tarija se emplearon dos fuentes de información, los Informes Ambientales Anuales presentados a la Instancia Ambiental del Gobierno Municipal y los reportes de control de COSAALT. Los datos figuran en la siguiente tabla.

**Variación de la calidad de las descargas industriales 2008-2015**  
**Tabla 5.28**

Municipio	N.º industrias cuyas descargas superan la norma/N.º industrias revisadas 2008	N.º industrias cuyas descargas superan la norma/N.º industrias revisadas 2015
Tarija (IAA)	1/1	5/5

Municipio	N.º industrias cuyas descargas superan la norma/N.º industrias revisadas 2008	N.º industrias cuyas descargas superan la norma/N.º industrias revisadas 2015
Tarija (reportes COSAALT)	5/5	8/8
San Lorenzo	-	1/1

Fuente: elaboración propia a partir de la información remitida por el GAMT y el GAMSL.

Los resultados muestran que en el municipio de Tarija, en el año 2008 sólo una industria presentó su IAA y éste mostró que sus descargas, por lo menos en un parámetro, superaron los límites permisibles establecidos en el RASIM. Para el año 2015, de 5 industrias que presentaron su IAA (por lo menos en una gestión), los informes de todas las industrias mostraron que sus descargas presentaron por lo menos un parámetro con valores que supera los límites establecidos en el anexo 13-C del RASIM. Estos resultados denotan que los efluentes industriales no mejoraron su calidad en el periodo evaluado, estos más bien continúan incumpliendo los estándares de referencia, tal como se vio el año 2008.

La información recabada de COSAALT, que representa los resultados del análisis a las descargas de las industrias que vierten sus efluentes a la red de alcantarillado sanitario, muestra que el año 2008, 5 industrias fueron monitoreadas por COSAALT y los reportes indican que todas las descargas vertidas superaban los límites establecidos por la cooperativa, en por lo menos un parámetro y por lo menos en un reporte de los revisados. Situación similar se advierte en la gestión 2015



Descarga matadero – municipio de Tarija



Descarga curtiembres

cuando se incrementó el número de industrias monitoreadas de 5 a 8, sin embargo, también las 8 industrias superaban los límites establecidos por COSAALT para descargas, en por lo menos un parámetro y por lo menos en un reporte de los revisados.

De manera complementaria a la revisión de documentación, la Contraloría llevó a cabo un muestreo y análisis de 3 actividades industriales en el municipio de Tarija, consideradas relevantes por el tipo de operaciones que realizan y porque sus efluentes líquidos son vertidos directamente a un cuerpo de

agua receptor, en este caso nos referimos a la quebrada Cabeza de Toro, afluente del río Guadalquivir. Estas industrias son las curtiembres San Juan y San Lorenzo y el matadero municipal, las dos primeras cuentan con registro ambiental (RAI) que datan del año 2013 y sólo una de ellas (curtiembre San Juan) ha presentado su IAA el año 2014. Para el caso del matadero, esta actividad no cuenta siquiera con registro ambiental (RAI), lo que implica que no ha realizado ningún proceso de adecuación ambiental.

Respecto de la curtiembre San Juan, su Informe Ambiental Anual (2014) indica que siete de los parámetros medidos en sus efluentes, no cumplían con los límites establecidos en el anexo 13-C del RASIM, sin embargo para cuando la Contraloría realizó el trabajo de muestreo de aguas en la cuenca, en noviembre de 2015, se advirtió que esta curtiembre ya contaba con una planta de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento. La muestra tomada por la Contraloría corresponde a la que se vierte al cuerpo receptor, que proviene de la mezcla de las curtiembres San Juan y San Lorenzo, situadas una al lado de la otra. Cabe destacar que la descarga de la curtiembre San Lorenzo, presentaba una coloración café intenso, lo que lleva a presumir que esta última, a diferencia de la curtiembre San Juan, no realiza tratamiento a sus efluentes.

La calidad de los efluentes de estas tres actividades industriales se puede apreciar en las gráficas de los mapas 13 y 14 del anexo 4 que acompaña a este documento, donde se observa que las curtiembres (la contaminación proviene principalmente de la curtiembre San Lorenzo), y el matadero municipal presentan altas concentraciones de carga orgánica (DBO, DQO), nitrógeno amoniacal, colifecales y aceites y grasas. Se debe destacar que los efluentes del matadero son los de mayor impacto ambiental por el elevado nivel de contaminación que presentan, como se puede advertir en los gráficos de los mapas señalados. Esta evaluación pone en evidencia el impacto ambiental ocasionado por el sector industrial debido al nivel de contaminación que conlleva el vertido de estas descargas industriales a los cuerpos de agua y/o a la red de alcantarillado sanitario.

En lo que respecta al municipio de San Lorenzo, los resultados obtenidos muestran que la única industria que ha presentado su IAA (único registrado) en el periodo evaluado, descarga efluentes que supera los límites permisibles establecidos en el RASIM en dos parámetros, sólidos suspendidos y nitrógeno total.

Lo señalado permite advertir que entre los años 2008 y 2015 no ha mejorado la calidad de los efluentes vertidos por las industrias en los municipios de Tarija y San Lorenzo, aspecto que se vio reflejado en los reportes de automonitoreo presentados en este periodo a través de los Informes Ambientales Anuales y en los reportes de monitoreo presentados por COSAALT para el caso de Tarija, y se ha ratificado en los resultados de las muestras tomadas como parte de la presente auditoría.

Los parámetros que de manera reiterada superan los límites permisibles en las descargas industriales de manera general y en todo el periodo evaluado, corresponden a la DBO,



DQO y el pH, lo que muestra la dificultad de las industrias para reducir la carga orgánica de sus efluentes y controlar el pH, independientemente del tipo de actividad productiva.

En contraposición pero como aspecto positivo, hay que destacar que en algunas gestiones, algunas industrias, por lo menos en el reporte de un mes, de los registrados por COSAALT, lograron cumplir con los estándares establecidos, situación que se advirtió con mayor incidencia en la gestión 2015, cuando en 3 reportes diferentes en la gestión, de 3 industrias también diferentes, se observó que los parámetros analizados no superan los límites establecidos por la cooperativa, lo que denota el esfuerzo realizado por las industrias para mejorar la calidad de sus efluentes vertidos, en este caso a la red de alcantarillado sanitario.

### **5.5.3 Variación de la situación contractual de las industrias con el operador del servicio de alcantarillado sanitario entre los años 2008-2015.**

Se evaluó la variación de las industrias que cuentan con convenio suscrito para descargar sus efluentes a la red de alcantarillado, esta condición sólo aplica al municipio de Tarija, dado que en los restantes municipios no existen este tipo de empresas.

El contrato de concesión<sup>78</sup> de COSAALT, establece que el concesionario debe establecer procedimientos técnicos – administrativos para elaborar convenios con las industrias, instituciones y empresas que descarguen sus aguas servidas, crudas o tratadas, a los colectores sanitarios o plantas de tratamiento de su propiedad.

Cabe aclarar que los convenios permiten regular y controlar los efluentes vertidos por las industrias a los colectores del servicio de alcantarillado a fin de cumplir con los requisitos establecidos, en este caso los definidos en los convenios a partir del «Reglamento sobre lanzamiento de efluentes Industriales al Alcantarillado Sanitario», elaborado por COSAALT, en observancia al contrato de concesión.

Al respecto, COSAALT proporcionó información sobre los convenios suscritos con las industrias que están conectadas a la red de alcantarillado entre los años 2008 y 2015. La siguiente tabla resume estos datos.

**Variación de la situación contractual entre industrias y COSAALT 2008-2015**  
**Tabla 5.29**

<b>N.º industrias con convenio/N.º industrias registradas conectadas a la red - 2008</b>	<b>N.º industrias con convenio/N.º industrias registradas conectadas a la red - 2015</b>
2/24	8/36

Fuente: elaboración propia a partir de la información remitida por COSAALT.

Para el año 2008 existían 24 industrias registradas conectadas a la red de alcantarillado sanitario, de las cuales sólo 2 tenían convenios suscritos con COSAALT. Para el año 2015

<sup>78</sup> Suscrito con la entonces Superintendencia de Saneamiento Básico, actual Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico.



el número de industrias conectadas a la red de alcantarillado subió a 36, sin embargo el número de industrias con convenios fue sólo de 8.

En el periodo de evaluación 2008-2015 se conectaron al servicio 12 nuevas industrias pero se suscribieron sólo 6 convenios con el operador del servicio para regular los efluentes industriales, si bien se incrementó el número de convenios suscritos entre las industrias y COSAALT, este operador aún no ha regulado el control de las descargas en más del 80% de las industrias registradas por esta entidad.

## **5.6 Variación en el servicio de alcantarillado sanitario en las poblaciones de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015.**

A continuación se expone el análisis realizado respecto de las variaciones advertidas en el servicio de alcantarillado sanitario entre los años 2008 y 2015, en las poblaciones que existen en el área de influencia de la cuenca del río Guadalquivir. Este análisis comprende aspectos relacionados con la cobertura del servicio por población, con el volumen de aguas residuales generadas que pasan por un sistema de tratamiento y la calidad de los efluentes que se vierten de los sistemas de tratamiento.

### **5.6.1 Variación de la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario entre los años 2008-2015.**

La cobertura del alcantarillado sanitario se calculó a partir de los datos de la población servida respecto de la población total existente en los centros poblados considerados. La información, en algunos casos, fue proporcionada por las municipalidades, particularmente para la gestión 2015. En lo que concierne a los datos del año 2008 la cobertura del servicio fue calculada a partir de datos poblacionales, que también fueron calculados tomando como referencia los datos del censo 2012, proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística. Los resultados del cálculo figuran en la siguiente tabla.

**Variación de la cobertura del alcantarillado sanitario 2008-2015**

**Tabla 5.30**

<b>Municipio/Comunidad</b>	<b>% Cobertura alcantarillado sanitario 2008 (población total)</b>	<b>% Cobertura alcantarillado sanitario 2015 (población total)</b>
Tarija	74,5	75,2
San Lorenzo	64,6	52
Uriondo		
<i>Valle de la Concepción</i>	98,4	86,5
<i>Chocloca</i>	38,8	60
<i>San Antonio</i>	18,5	62
<i>Calamuchita</i>	74,5	72
Padcaya		
<i>Cañas</i>	82	50
<i>Chaguaya</i>	25,9	50

Fuente: elaboración propia a partir de la información recabada.

En el caso del municipio de Tarija se puede advertir que la cobertura del servicio creció en menos del 1% entre los años 2008 y 2015. Si bien, la cobertura del servicio creció dentro del área de concesión casi en un 5%, este crecimiento es mínimo cuando se evalúa la variación de la cobertura del servicio respecto de la población total del municipio, esto debido a que también ha existido un aumento significativo de habitantes fuera del área de concesión, advirtiendo con ello la necesidad de ampliar esta área, ya que la cobertura del servicio no ha crecido proporcionalmente con la población.

En el caso del municipio de San Lorenzo, la cobertura del servicio de alcantarillado tampoco ha crecido en proporción a la población, lo que se advierte en la disminución del 12% aproximadamente de la cobertura del servicio. Debe notarse que las características del servicio varían a nivel de población, es así que San Lorenzo contaba con el 83% de cobertura y se redujo al 73% para el 2015, por el contrario en los centros poblados de Cancha Sur y Canasmoro se incrementó la cobertura del servicio en un 34% y 14% respectivamente. No obstante, en términos generales, las variaciones en la cobertura del servicio no responden aún a la demanda poblacional de la zona.

En el caso del municipio de Uriondo, las variaciones difieren por comunidad, para el caso del Valle de la Concepción la cobertura del servicio 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. Finalmente para el caso de Calamuchita la cobertura del servicio disminuyó aproximadamente en un 2%, lo que también indica que la cobertura del servicio de alcantarillado no ha crecido de manera proporcional a la población.

Para el caso de Padcaya, la cobertura del servicio de alcantarillado se evaluó respecto de las dos únicas comunidades que se encuentran en la zona de influencia. Los resultados obtenidos indican que la cobertura del servicio disminuyó para la comunidad de Cañas en más un 30%, por el contrario en el caso de la comunidad de Chaguaya esta creció cerca del 25%. Sin embargo de ello y en líneas generales, la cobertura del servicio, en el marco de la dinámica de crecimiento observada, no responde a la demanda poblacional de la zona.

### ***5.6.2 Variación del volumen de aguas residuales que pasan por un sistema de tratamiento entre los años 2008-2015.***

En lo que concierne a la variación de los volúmenes de aguas residuales que pasan por un sistema de tratamiento entre los años 2008 y 2015, cabe aclarar que el análisis aplicó sólo a los centros poblados que cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales y se realizó por cada uno de ellos.

**Variación de volúmenes de aguas residuales tratadas 2008-2015**

**Tabla 5.31**

Municipio y/o localidad	Volumen de AR tratadas/volumen de AR colectadas por la red de alcantarillado (%) 2008	Volumen de AR tratadas/volumen de AR colectadas por la red de alcantarillado (%) 2015
Tarija	63	71
San Lorenzo	76	75

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por COSAALT y el GAMSL.

Los datos de la tabla indican que en el municipio de Tarija se incrementó el volumen de aguas residuales que ingresan a la planta de tratamiento de San Luis, respecto del volumen colectado por la red, en un 8%. En términos sólo de volumen, éste se incrementó en más de un millón y medio de metros cúbicos de agua residual, lo que significa, un 23% más respecto del que ingresaba el año 2008.

En el municipio de San Lorenzo los datos corresponden a las poblaciones que forman parte de la zona de influencia del río Guadalquivir. Asimismo, se debe recordar que la población de Tomatitas, que se ubica en la zona de estudio y que pertenece al municipio de San Lorenzo, cuenta con una red de alcantarillado y sus aguas son tratadas en la planta de San Luis de la ciudad de Tarija.

De los datos de la tabla podemos concluir que volumen de aguas residuales que ingresan a las lagunas de tratamiento de San Lorenzo respecto del volumen colectado por la red, no ha variado sustancialmente entre los años 2008 y 2015 siendo aproximadamente el mismo, sin embargo el volumen de aguas residuales que ingresa a las lagunas se ha incrementado en casi 75 mil metros cúbicos, lo que es aproximadamente el 60% del volumen que ingresaba a las lagunas el año 2008.

El municipio de Uriondo no figura en la tabla debido a la ausencia de datos que permitan cuantificar los volúmenes de agua residual que pasan por un sistema de tratamiento. Recordemos que existen cuatro sistemas de tratamiento de aguas residuales ubicados en las localidades del Valle de la concepción, Calamuchita, San Antonio y Chocloca, sin embargo, en ningún sistema se han generado datos cuantificados dentro el periodo evaluado.

El municipio de Padcaya informó<sup>79</sup> que sólo existen cámaras sépticas en las dos comunidades consideradas, que han colapsado. Si bien no han proporcionado datos anuales de los volúmenes que pasan por este sistema primario, han proporcionado datos de los volúmenes totales generados de aguas residuales en todo el periodo comprendido entre los años 2008 y 2015. Para la comunidad de Cañas fue de 138.758,4 m<sup>3</sup> y para la comunidad de Chaguaya fue de 123.621,12 m<sup>3</sup>.

<sup>79</sup> A través de la nota GAMP/CITE DESP. RCVF/N.º 298/2016 recibida el 25 de abril de 2016. La nota fue remitida en respuesta a la solicitud de información de la Contraloría mediante nota CGE/SCAT/GAA/123/2016 recibida el 06 de abril de 2016.

Es importante también destacar el volumen de aguas residuales colectado por la red de alcantarillado que no ingresa a un sistema de tratamiento y que por tanto se vierte directamente a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir.

En el caso del municipio de Tarija, el volumen de agua residual que no ingresaba a la planta de tratamiento era alrededor de 4 millones de metros cúbicos para el año 2008, equivalente al 36,4% de las aguas residuales colectadas por la red. Para el 2015 el volumen de aguas residuales no tratadas era más de 3 millones y medio de metros cúbicos, equivalentes al 29% de las aguas residuales colectadas por la red. Estos resultados indican que entre el año 2008 y 2015 se redujo el volumen de aguas residuales que se vierten de manera directa a los cuerpos de agua, en cerca de quinientos mil metros cúbicos, es decir que el volumen se redujo en un 12% respecto del que se vertía el año 2008.

Al respecto, COSAALT ha proporcionado información acerca de la ubicación de los colectores y cámaras sépticas que vierten aguas residuales crudas o en algún caso con un tratamiento primario. La información dio cuenta de 16 puntos de descarga, de estos 13 cuentan con cámaras sépticas en funcionamiento<sup>80</sup> y 3 puntos de descarga directa de aguas residuales hacia diferentes cuerpos de la cuenca del río Guadalquivir.

La mayor parte de estos puntos de descarga están ubicados en las quebradas, existen 5 colectores que vierten a la quebrada San Pedro, 4 a la quebrada Sagredo, 2 a la quebrada El Monte, 1 a la quebrada Torrecillas, 1 a la quebrada Sosa y 3 descargan de manera directa al río Guadalquivir.

Cabe señalar que la cantidad de puntos de descarga directa de agua residuales citados en el párrafo anterior, de acuerdo a lo informado por COSAALT, fueron construidos antes del año 2008, los mismos que continúan operando hasta la fecha, por lo que no se ha incrementado, ni reducido el número de puntos de descarga directa de aguas residuales hacia cuerpos de agua de la cuenca de estudio.

En el municipio de San Lorenzo, el volumen de agua residual que no ingresa al sistema de tratamiento corresponde al generado en la comunidad de Canasmoros, que se colectan en una cámara séptica de donde se vierte de manera directa al río Guadalquivir. El año 2008 se vertió de la comunidad, más de 38 mil metros cúbicos de agua residual cruda, este volumen para el año 2015 se incrementó a más de 60 mil metros cúbicos, lo que indica que esta última gestión se vertió 63% más de agua residual que el año 2008.

En el caso del municipio de Uriondo, la información remitida por la municipalidad dio cuenta de que la capacidad de la planta ubicada en el Valle de la Concepción, no ha rebasado su capacidad, asimismo, no se han advertido puntos de descarga de agua residual cruda que provengan de esta población, por lo que se presume que toda el agua colectada

---

<sup>80</sup> Donde se realiza un tratamiento primario a las aguas residuales, separando los sólidos y/o degradando estos a materia orgánica soluble, bajando así la carga orgánica del efluente.

por la red de alcantarillado es transportada hacia la planta de tratamiento, situación que se mantendría en todo el periodo de evaluación 2008-2015. Para el caso de las comunidades de Chocloca, San Antonio y Calamuchita, tampoco se han encontrado puntos de descarga directa de agua residual cruda, lo que lleva a inferir que todo el volumen que colecta la red de alcantarillado se vierte a los sistemas de tratamiento, situación que se ha mantenido en todo el periodo de evaluación. Un escenario similar se ha visto en el municipio de Padcaya.

Cabe señalar que las descargas de los sistemas de tratamiento de las comunidades ubicadas en los municipios de Uriondo (excepto el Valle de la Concepción) y Padcaya, han colapsado, por lo que el agua residual que se vierte a través de estos puede ser considerado como un efluente crudo que contamina los cuerpos de agua de la cuenca. Ver ubicación de los puntos de descarga de agua residual a través de sistemas de tratamiento o cámaras sépticas en el mapa 5 y con datos complementarios en los mapas 13 y 14 del anexo 4.

### **5.6.3 Variación de la calidad de las descargas de las plantas de tratamiento de aguas residuales entre los años 2008-2015.**

La variación de la calidad de las descargas vertidas por los sistemas de tratamiento existentes en la zona de influencia de la cuenca del río Guadalquivir, ha sido evaluada por municipio y/o localidad donde existen estos sistemas. La siguiente tabla muestra la variación de la calidad de los efluentes de estos sistemas en el periodo evaluado, determinado a partir de los reportes de laboratorio de análisis de descargas revisados.

#### **Variación de la calidad de las descargas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales**

**Tabla 5.32**

<b>Municipio/Localidad</b>	<b>N.º reportes descarga PTAR que superan la norma/reportes revisados 2008</b>	<b>N.º reportes descarga PTAR que superan la norma/reportes revisados 2015</b>
Tarija	9/9	9/9
San Lorenzo	1/1*	1/1
Valle de la Concepción	1/1*	1/1

Fuente: elaboración propia a partir de la información remitida por COSAALT, el Plan Maestro Metropolitano para el Valle Central de Tarija, CGE. (\*) El dato de referencia corresponde a la gestión 2012.

En el caso del municipio de Tarija se puede ver que entre los años 2008 y 2015 no existió mejora en la calidad de los efluentes que se vierten de la planta de tratamiento de San Luis, todos los reportes presentan por lo menos un parámetro por encima de los límites permisibles. En cada gestión se identificaron 4 parámetros (nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos, sulfuros y DBO), que de manera reiterada superan los estándares establecidos en el anexo A-2 de límites permisibles para descargas del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.

Por otro lado, pudimos advertir que ya el año 2008 la planta de tratamiento de San Luis trataba 813 m<sup>3</sup>/h cuando la capacidad instalada de la planta era para 756 m<sup>3</sup>/h, y la situación empeoró para el año 2015 ya que el caudal de entrada a la planta se incrementó en más de mil m<sup>3</sup>/h superando en un 24% el caudal de diseño. Esta situación se encuentra en directa



relación con el crecimiento poblacional, toda vez que la PTAR fue diseñada para una población de 91.000 habitantes, cuando ya en el año 2008, en el área de concesión de la cooperativa, existían más de ciento ochenta mil habitantes y para el 2015 este número subió a más de ciento noventa mil habitantes.

Para el caso del municipio de San Lorenzo, el análisis se circunscribe a los resultados de los dos únicos reportes con los que se pudo contar. Los reportes recabados dieron cuenta de que tanto el año 2012 como el 2015, los efluentes de la laguna de tratamiento hacia el río Guadalquivir presentaban valores que superan los límites establecidos por la normativa vigente. En el reporte del año 2012 se observó que sólo los coliformes fecales superaban el límite establecido, sin embargo para el 2015, aumentaron a 4 los parámetros que incluyen, además de los coliformes fecales, a la DBO, los sólidos suspendidos y el nitrógeno amoniacal.

En el municipio de Uriondo, la situación es análoga a la de San Lorenzo, los únicos reportes recabados dieron cuenta de que tanto el año 2012 como el 2015 los efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales superaban los estándares de referencia, el año 2012 se observó que 3 parámetros superaban la norma (coliformes, aceites y grasas y sulfatos), para el 2015, subieron a 4, incluyendo a los sólidos suspendidos y el nitrógeno amoniacal.

Para el caso de la comunidad de Calamuchita no existe ningún antecedente que pueda servir de línea base y dar cuenta de la calidad de los efluentes del sistema de tratamiento, por lo que únicamente nos remitimos a los resultados de laboratorio que formó parte del trabajo realizado por el laboratorio contratado para esta auditoría. De acuerdo a los resultados obtenidos los efluentes del sistema presentan parámetros que superan los límites establecidos por la norma, siendo estos 5 y corresponden a: nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos, DQO, aceites y grasas y coliformes totales.

Cabe mencionar que los efluentes de la PTAR de Uriondo se descargan en el río Camacho, afluente del río Guadalquivir, al igual que los sistemas de tratamiento de San Antonio y Chocloca, en el caso de Calamuchita, las aguas residuales del sistema de tratamiento se vierten directamente hacia el río Guadalquivir.

### **5.7 Acciones realizadas, asociadas a la restauración de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015.**

Estos indicadores han sido diseñados para evaluar las acciones asociadas a la restauración de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, en cada uno de los municipios que forman parte de la cuenca y las acciones integrales en la misma, realizadas entre los años 2008 y 2015.

Antes de explicar la condición asociada a este indicador es importante hacer énfasis en lo que se entiende por restauración.

En la formulación del criterio se hizo un análisis del marco legal en torno a este tema a partir de las algunas disposiciones normativas relacionadas con los principios y derechos de restauración asociados a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir. A continuación los citamos.

*«Es el derecho a la restauración oportuna y efectiva de los sistemas de vida afectados por las actividades humanas directa o indirectamente.»<sup>81</sup>*

*«El Estado Plurinacional de Bolivia y cualquier persona individual, colectiva o comunitaria que ocasione daños de forma accidental o premeditada a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra, está obligada a realizar una integral y efectiva restauración o rehabilitación de la funcionalidad de los mismos, de manera que se aproximen a las condiciones preexistentes al daño, independientemente de otras responsabilidades que puedan determinarse.»<sup>82</sup>*

*«Es el proceso planificado de modificación intencional de una zona de vida o sistema de vida alterado con el objetivo de restablecer la diversidad de sus componentes, procesos, ciclos, relaciones e interacciones y su dinámica, de manera que se aproximen a las condiciones preexistentes al daño, en un tiempo definido. El sistema resultante debe ser auto sustentable en términos ecológicos, sociales, culturales y económicos.»<sup>83</sup>*

Tomando en cuenta los conceptos señalados se ha definido el criterio para el segundo objetivo específico partiendo de la premisa de que, ante la constancia de que existen problemas de contaminación en los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, estos deben ser restaurados a fin de que sus condiciones, refiriéndonos a la calidad de los cuerpos de agua, se aproximen a las condiciones preexistentes al daño. Las gestiones de mitigación para con los impactos ambientales existentes en la cuenca, promoverán la restauración de los cuerpos de agua y consecuentemente de los ecosistemas afectados por la contaminación.

Luego de definir el concepto de restauración, útil para comprender lo que se expone a continuación, pasamos a presentar las acciones realizadas por las diferentes entidades vinculadas a la restauración de la cuenca del río Guadalquivir realizadas entre los años 2008 y 2015.

La información ha sido tabulada por entidad responsable o vinculada con los diferentes estudios, planes, proyectos y/o programas que fueron elaborados, se ha identificado el título de cada uno de ellos, el municipio beneficiado, la fecha de su elaboración y/o conclusión (si corresponde y/o existe el dato), se ha incluido información acerca del objetivo de los proyectos y los resultados alcanzados y algunas observaciones complementarias.

<sup>81</sup> La Ley 71 de derechos de la Madre Tierra, establece en su artículo 7 el derecho a la restauración (numeral 6).

<sup>82</sup> Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para vivir bien, establece entre sus principios (artículo 4) la garantía de restauración de la Madre Tierra (numeral 5).

<sup>83</sup> Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para vivir bien, establece en sus definiciones (artículo 5) el término restauración (numeral 10).

K2/AP11/S15-E1

Asimismo, se han incluido trabajos que si bien no están vinculados de manera directa con la restauración, estos pudieron ser un instrumento o una fuente de información para ello, estos trabajos están relacionados con el Plan Director de la Cuenca, que contempla lineamientos estratégicos asociados al saneamiento ambiental, la gestión de la calidad del agua y el saneamiento básico, entre otros; asimismo, el monitoreo de la calidad del agua de la cuenca que ha sido elaborado por un periodo de 4 años de manera continua, generando información sobre la calidad y composición de las aguas del río Guadalquivir, constituyéndose en importante fuente de información que pudo ser empleada para emprender gestiones asociadas a la restauración de la cuenca. Toda la información del cuadro que a continuación se presenta ha sido extractada de la documentación proporcionada por las diferentes entidades señaladas.

**Descripción de las acciones realizadas asociadas a la restauración de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 - 2015**
**Cuadro 5.4**

Entidad responsable del plan, programa, proyecto y/o estudio	Plan, programa, proyecto y/o estudio	Municipio beneficiado	Objetivos del plan, programa, proyecto y/o estudio, año de inicio y finalización	Resultados/Observaciones
Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, Dirección de Medio Ambiente	Estudio «Saneamiento ambiental quebradas Víbora Negra, El Monte y San Pedro de la ciudad de Tarija» <sup>84</sup> .	Tarija	Diagnóstico ambiental de las quebradas.  Elaborado el año 2014, finalizado en abril de 2015.	Los resultados de esta evaluación fueron plasmados en un Plan de Acción de Medidas de Mitigación Ambiental y los aspectos de Seguimiento de Aplicación de dichas medidas. El Plan de Acción viene siendo ejecutado de manera transversal en diferentes dependencias de la municipalidad. Asimismo, señalan que están trabajando en la elaboración de propuestas para canalizar recursos para su aplicación.
COSAAALT responsable de la elaboración a solicitud del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija	«Saneamiento del río Guadalquivir, habilitación del colector quebrada San Pedro y colector 4 San Blas».	Tarija	Habilitación y conexión mediante redes de alcantarillado sanitario de las quebradas Sosas, Verdum, Sagredo y Gallinazo al citado colector, al cabo del cual se construirá una PTAR mediana.  Concluido en marzo de 2016	Concluido a nivel Estudio de Diseño Técnico de Preinversión y fue presentado en La Paz al MMAyA para su revisión, evaluación y financiamiento. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua ha señalado <sup>85</sup> que evidentemente la municipalidad remitió el proyecto pero aún no ha sido evaluado, y que esperan tener la revisión técnica hasta finales del mes de julio Este proyecto forma parte del PROGRAMA GUADALQUIVIR II, respecto del cual la municipalidad se ha hecho cargo de la primera parte con la ejecución de este proyecto.
	Proyecto «Andaluz-ampliación de redes de alcantarillado sanitario»	Tarija	Ampliación de redes de alcantarillado sanitario para 25 barrios de la ciudad.  Concluido en marzo de 2016	Concluido a nivel Estudio de Diseño Técnico de Preinversión y fue presentado en La Paz al MMAyA para su revisión, evaluación y financiamiento. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua ha señalado que evidentemente la municipalidad remitió el proyecto y han informado que fue revisado, remitido al municipio de Tarija con

<sup>84</sup> Información proporcionada por la municipalidad de Tarija mediante nota DESP. G.A.M.T. CITE N.º 1124/2015 recibida el 21 de septiembre de 2015, en respuesta a la solicitud de información de la Contraloría mediante nota CGE/SCAT/GAA/402/2015.

<sup>85</sup> A través de la nota CAR/MMAYA/VAPSB/DGAPAS/UISIP N.º 0349/2016 recibida el 29 de junio de 2016, en respuesta al fax CGE/SCAT/GAA/F-082/2016 enviado el 16 de junio de 2016.

Entidad responsable del plan, programa, proyecto y/o estudio	Plan, programa, proyecto y/o estudio	Municipio beneficiado	Objetivos del plan, programa, proyecto y/o estudio, año de inicio y finalización	Resultados/Observaciones
				observaciones y nuevamente presentado por esta entidad, actualmente se encuentra en revisión técnica y esperan contar con el informe hasta finales de julio del presente año. Este proyecto forma parte del PROGRAMA GUADALQUIVIR II, respecto del cual la municipalidad se ha hecho cargo de la primera parte con la ejecución de este proyecto.
Gobierno Autónomo Municipal de Tarija	Estudio de diseño técnico de preinversión «Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en el barrio San Jorge II de la ciudad de Tarija».	Tarija	Construir una PTAR a partir de un estudio de la ubicación de las pequeñas plantas de tratamiento. COSAALT  La Consultoría para el estudio fue adjudicada en marzo de 2016.	El proyecto se adjudicó mediante consultoría para revisión, validación, especialización y elaboración del Estudio de Diseño Técnico de Pre inversión en marzo de 2016. Paralelamente la municipalidad ha estado realizando gestiones ante la embajada de Suecia para gestionar recursos destinados a las microplantas de tratamiento.
COSAALT responsable de la elaboración a solicitud del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija	Estudio de ubicación de las microplantas de tratamiento de aguas residuales.	Tarija	Identificación de ubicación de las microplantas  Año 2014-2015	Concluido, identificando 5 posibles ubicaciones de las pequeñas PTAR, estas estarían ubicadas en: San Jorge 2, Nuevo Amanecer, Cabeza de Toro, Barrancas y Monte sud.
Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, entidad promotora del proyecto, Dirección de Obras Hidráulicas (unidad ejecutora).	«Construcción Planta de tratamiento de aguas residuales ciudad Tarija».	Tarija	Comprende la construcción de un emisario principal y la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales. Elaborado en el año 2014	A partir del estudio la gobernación ha elaborado un Informe Técnico de Condiciones Previas (ITCP) remitido al Ministerio de Medio Ambiente y Agua en fecha 12 de abril de 2016 para su revisión y opinión técnica. Este proyecto ha sido incluido por la Gobernación en el programa denominado «Guadalquivir II». El Ministerio de Medio Ambiente y Agua ha informado que la gobernación presentó el ITCP del citado proyecto en el que establecen las condiciones previas para la licitación modalidad llave en mano del proyecto que debe incluir el Plan de Manejo Ambiental para el cierre de las lagunas de estabilización existentes en San Luis. El ministerio informó gestionar una reunión con la gobernación de Tarija para una retroalimentación del documento, para lo cual designarán a un experto en PTAR hasta fines del mes de julio de 2016.
Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, entidad promotora del proyecto, UTEPTAR – GIRH <sup>86</sup> .	«Construcción de obras complementarias San Luis» <sup>87</sup>	Tarija	Construcción de obras complementarias en San Luis a través de un sistema de tratamiento preliminar manual. Concluido en abril 2014.	Luego de una licitación pública nacional, fue declarado desierto debido a la no participación de empresas proponentes, a junio de 2016, se encontraba en proceso de ser ajustado a nivel de Informe Técnico de Condiciones Previas (ITCP) y el DBC para la licitación en su tercera convocatoria en la modalidad de llave

<sup>86</sup> Unidad Técnica Ejecutora del Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión Integral de Recursos Hídricos fue creada mediante Resolución Prefectural N.º 085/2010 el 24 de marzo de 2010 y funcionó hasta la gestión 2013 cuando esta unidad se disuelve oficialmente. Durante el tiempo que operó esta unidad elaboraron una serie de documentos relacionados con el tratamiento de las aguas residuales en poblaciones influyentes de la cuenca del río Guadalquivir, la gobernación hizo referencia a 10 documentos, entre proyectos y estudios de identificación.

Entidad responsable del plan, programa, proyecto y/o estudio	Plan, programa, proyecto y/o estudio	Municipio beneficiado	Objetivos del plan, programa, proyecto y/o estudio, año de inicio y finalización	Resultados/Observaciones
				en mano prevista para finales de julio de 2016.
Gobierno Autónomo Departamental de Tarija	«Proyecto Saneamiento del río Guadalquivir»	Tarija	Construcción de obras civiles asociadas al saneamiento de la ciudad, entre ellas se tiene la construcción de colectores de aguas residuales. Sin dato sobre la fecha de inicio de ejecución y paralización de obras del proyecto por inexistencia de información de respaldo. El estudio elaborado por la OTN fue entregado en calidad de préstamo a la entonces Prefectura del departamento de Tarija en julio de 2009.	Se construyeron 4 colectores, sin que ninguno hubiera sido habilitado. El contrato de este proyecto fue rescindido y no cuentan en sus oficinas con información alguna relacionada con el proyecto. La entidad está estudiando otro proyecto en la Dirección de Obras Hidráulicas llamado «Construcción de Colectores principales para la ciudad de Tarija» que permitirá la habilitación de los colectores construidos y la construcción de los faltantes.
Ministerio de Medio Ambiente y Agua.	«Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija». Estudio de Identificación «Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la ciudad de Tarija, en el marco del Plan Maestro Integral de Agua Potable y Saneamiento del valle central de Tarija».	Tarija	Como objetivos específicos plantearon: mejorar y ampliar el sistema de recolección de aguas residuales, tanto de colectores como de emisarios; mejorar y ampliar el sistema de tratamiento de aguas residuales existente e; identificar obras a realizar en materia de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales en el corto plazo. Luego de las evaluaciones correspondientes de la alternativa seleccionada, el estudio concluye señalando que esta es favorable desde el punto de vista técnico, social, financiero y económico, recomendando su implementación, procediendo en consecuencia con la elaboración del Estudio Técnico Económico, Social y Ambiental (TESA) a diseño final del proyecto de referencia. Iniciado el 2012, entregado el 2015.	El PMM fue entregado a la gobernación en fecha 30 de abril de 2015. Los documentos fueron remitidos para su registro, inventariación, archivo y custodia en mayo de 2015. La gobernación no ha reportado ninguna acción respecto de la implementación del PMM en este municipio. El PMM para Tarija fue entregado en noviembre de 2015 al GAMT. La municipalidad ha informado que si bien el PMM cuenta con una propuesta que podría resolver los problemas de la actual PTAR de San Luis, la construcción de una nueva planta con tecnología moderna que viene siendo estudiada, desplaza la posibilidad planteada de rehabilitar las lagunas de San Luis (propuesta del PMM), ya que si se realizan estas acciones se estaría haciendo doble esfuerzo técnico y económico que luego sería descartado con la construcción de una nueva planta en San Luis que es el compromiso primario que ha asumido la gobernación.
Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua EMAGUA responsable de la ejecución, monitoreo, seguimiento,	«Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir»	San Lorenzo	Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario de San Lorenzo incluyendo nueva planta de tratamiento de aguas residuales.	EMAGUA informó <sup>88</sup> que con la firma de la Primera Enmienda al Convenio Interinstitucional de financiamiento N° 08/2012 del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir» están garantizados los recursos para la ejecución de los proyectos del

<sup>87</sup> Esta información también fue proporcionada por COSAALT, ver datos en la nota al pie anterior.

<sup>88</sup> Mediante nota CITE: EMAGUA/DGE/CE/2016-0259 recibida el 29 de abril de 2016 como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/126/2016 recibida el 07 de abril de 2016.



Entidad responsable del plan, programa, proyecto y/o estudio	Plan, programa, proyecto y/o estudio	Municipio beneficiado	Objetivos del plan, programa, proyecto y/o estudio, año de inicio y finalización	Resultados/Observaciones
fiscalización y evaluación del Programa Guadalquivir. Gobierno Autónomo Departamental de Tarija responsable de asignar recursos económicos de contraparte.			El convenio que originó el Programa fue suscrito el año 2012.	Programa donde se encuentra incluido el «Lote 10 Mejoramiento Sistema de Agua Potable y Alcantarillado para San Lorenzo», que ya cuenta con el diseño final de sus componentes entre ellos la PTAR para el municipio. La entidad ha informado que, a julio de 2016, el proyecto aún no había sido licitado, aún se encontraban preparando los documentos para la licitación y contratación, previendo hacerlo en el siguiente mes. Estiman que las obras podrían iniciarse en el mes de enero de la siguiente gestión <sup>89</sup> .
Ministerio de Medio Ambiente y Agua	«Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija». El «Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la zona urbana y periurbana de San Lorenzo»	S. Lorenzo	Incrementar el acceso a los servicios de saneamiento. El estudio concluye que la alternativa seleccionada desde el punto de vista técnico, social, financiero y económico, el proyecto es favorable recomendando su implementación, procediendo en consecuencia con la elaboración del Estudio Técnico Económico, Social y Ambiental (TESA). Iniciado el 2012, entregado el 2015	El PMM fue entregado a la gobernación en fecha 30 de abril de 2015. Los documentos fueron remitidos para su registro, inventariación, archivo y custodia en mayo de 2015. La gobernación no ha reportado ninguna acción respecto de la implementación del PMM en este municipio. La municipalidad ha informado que el PMM fue entregado al alcalde de la anterior gestión edilicia, y el documento no pudo ser encontrado en los archivos del gobierno municipal.
Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo	Proyecto «Construcción Planta de tratamiento de aguas residuales Canasmoro».	San Lorenzo	Construcción de una planta para tratar las aguas residuales generadas en la población de Canasmoros del municipio de San Lorenzo.	El proyecto fue programado por el municipio en las gestiones 2013 y 2014 sin que en ninguna de ellas lograra ejecutarse. En la gestión 2015 se adjudicó la obra y fue concluida en la misma gestión. A la fecha la planta aún no ha iniciado operaciones debido a la falta de instalación del sistema eléctrico y la obtención de la Licencia Ambiental <sup>90</sup> .
Ministerio de Medio Ambiente y Agua	«Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija». Estudio de Identificación «Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la población urbana y periurbana de Uriondo».	Uriondo	Desarrollar las alternativas técnicas seleccionadas para la rehabilitación, mejoramientos y ampliación de la infraestructura existente a corto, mediano y largo plazo, tanto para el servicio de saneamiento y la adecuada disposición final de las aguas servidas tratadas para el Valle de Concepción (Uriondo). Iniciado el 2012, entregado el año 2015.	Sobre la implementación de la propuesta del «Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija», la municipalidad de Uriondo señaló <sup>91</sup> que en mayo de 2015 se les fue proporcionado el mencionado documento, que incluye el proyecto de «Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales», pero que este proyecto no se encuentra en concordancia con la realidad del municipio. El proyecto no contempla a las comunidades de Chocloca, San Antonio y Calamuchita que son parte del objeto de examen de la auditoría. El PMM fue entregado a la gobernación en fecha 30 de abril de 2015. Los documentos fueron remitidos para su registro,

<sup>89</sup> La actualización de la información fue proporcionada en una entrevista telefónica con el Jefe Departamental de Tarija de EMAGUA en fecha 20 de julio de 2016.

<sup>90</sup> Información proporcionada mediante entrevista telefónica sostenida con el técnico responsable de la Dirección de Obras Hidráulicas y Saneamiento del Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo en fecha 29 de julio de 2016.

<sup>91</sup> Mediante nota CITE G.A.M.U. 0177/2016 recibida el 03 de mayo de 2016 como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/122/2016 recibida 08 de abril de 2016.

Entidad responsable del plan, programa, proyecto y/o estudio	Plan, programa, proyecto y/o estudio	Municipio beneficiado	Objetivos del plan, programa, proyecto y/o estudio, año de inicio y finalización	Resultados/Observaciones
				inventariación, archivo y custodia en mayo de 2015. La gobernación no ha reportado ninguna acción respecto de la implementación del PMM en este municipio.
Ministerio de Medio Ambiente y Agua	«Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija». Estudio de Identificación «Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la población urbana y periurbana de Padcaya».	Padcaya	Desarrollar las alternativas técnicas seleccionadas para la rehabilitación, mejoramientos y ampliación de la infraestructura existente para el servicio de saneamiento y la adecuada disposición final de las aguas servidas tratadas para la población de Padcaya (urbana). Iniciado el 2012, entregado el 2015	El proyecto de PTAR sólo beneficiará a la localidad de Padcaya y no así a las comunidades de Cañas y Chaguaya que sí forman parte del objeto de la auditoría. La Responsable de Programas Alemania Holanda del MMAYA ha informado <sup>92</sup> que de acuerdo al registro de proyectos de pre inversión del VAPSB, no existe datos acerca de la solicitud de alcantarillado sanitario y PTAR para las comunidades de Cañas y Chaguaya. Es decir que estas comunidades no han sido consideradas como parte de los estudios de identificación del Plan Maestro Metropolitano, ni tampoco han sido consideradas de manera particular por la municipalidad, a través de proyectos específicos para mejorar en el servicio de saneamiento básico en las mismas. Sobre el PMM la municipalidad ha informado que dentro la institución no se encuentra ninguna nota respecto de la entrega del documento. El PMM fue entregado a la gobernación en fecha 30 de abril de 2015. Los documentos fueron remitidos para su registro, inventariación, archivo y custodia en mayo de 2015. La gobernación no ha reportado ninguna acción respecto de la implementación del PMM en este municipio.
Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua EMAGUA responsable de la ejecución, monitoreo, seguimiento, fiscalización y evaluación del Programa Guadalquivir. Gobierno Autónomo Departamental de Tarija responsable de asignar recursos económicos de contraparte.	«Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir».	Padcaya	Renovación del sistema de alcantarillado, construcción de emisario tubería más cámaras, construcción de PTAR para la población urbana de Padcaya. El convenio que originó el programa fue suscrito el año 2012.	Sobre las comunidades beneficiadas con el programa, EMAGUA ha informado <sup>93</sup> que de acuerdo al Estudio de Factibilidad y diseños finales, realizados para la ejecución del Programa de agua Potable y alcantarillado Guadalquivir, la PTAR que se implementará en el municipio de Padcaya solo beneficiará al área urbana y no así a otras comunidades ya que el programa está enfocado al mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado de estas poblaciones. EMAGUA informó <sup>94</sup> que con la firma de la Primera Enmienda al Convenio Interinstitucional de financiamiento N° 08/2012 del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir» están garantizados los recursos para la ejecución de los proyectos del Programa donde se encuentra incluido el «Lote 9 Mejoramiento Sistema de Agua Potable y Alcantarillado para Padcaya», que a julio de 2016 ya inició obras de ejecución.

<sup>92</sup> Mediante correo electrónico remitido en fecha 04 de mayo de 2016.

<sup>93</sup> A través de la nota CITE: EMAGUA/DGE/CE/2016-0259 recibida el 29 de abril de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/126/2016 emitida por la Contraloría.

<sup>94</sup> Mediante nota CITE: EMAGUA/DGE/CE/2016-0259 recibida el 29 de abril de 2016 como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/126/2016 recibida el 07 de abril de 2016.

Entidad responsable del plan, programa, proyecto y/o estudio	Plan, programa, proyecto y/o estudio	Municipio beneficiado	Objetivos del plan, programa, proyecto y/o estudio, año de inicio y finalización	Resultados/Observaciones
Gobierno Autónomo Departamental de Tarija	«Plan Estratégico departamental de cuencas de Tarija».	Toda la cuenca del río Guadalquivir.	El objetivo general es fortalecer la gestión integrada del agua y/o recursos hídricos y el manejo integrado de cuencas en el departamento de Tarija, siendo uno de sus objetivos específicos, la prevención y reducción/mitigación de la contaminación hídrica a través de la incorporación de la gestión de la calidad del agua en los procesos de intervención del citado plan. Concluido en noviembre de 2015	Debería ser elaborado y formulado en un plazo de 8 meses, 3 para la fase preparatoria y 5 meses para el diseño técnico del plan.
Ministerio de Medio Ambiente y Agua  Gobierno Autónomo Departamental de Tarija	«Plan Director de la cuenca del río Guadalquivir».	Toda la cuenca del río Guadalquivir	Objetivo del plan, impulsar procesos de promoción y fortalecimiento de la gestión integral de los recursos hídricos y el manejo integral de la cuenca.  Las gestiones datan de noviembre de 2014 a agosto de 2015.	Las últimas gestiones realizadas corresponden al segundo encuentro nacional de Planes Directores de Cuenca, en el que reportaron los avances del Plan Director de la Cuenca del río Guadalquivir, donde queda identificada la problemática de la contaminación creciente de la cuenca por aguas residuales de las ciudades. Los avances reportados dan cuenta de la articulación del PDA con el PNC, realización del 1er y 2do encuentro de actores de la cuenca, conformación de la plataforma de actores, capacitación de actores técnicos, firma de convenio entre el MMAyA/VRHR y GADT/SSRNyMA, elaboración del perfil de proyecto del PDC-RGua (Plan Director de la cuenca del río Guadalquivir). Los lineamientos estratégicos definidos a este nivel fueron: saneamiento ambiental y gestión de la calidad del agua; saneamiento básico, entre otros.
Oficina Técnica Nacional de los ríos de Pilcomayo y Bermejo (OTN)	Proyecto «Saneamiento del río Guadalquivir».	Toda la cuenca del río Guadalquivir	Construcción de obras civiles asociadas al saneamiento de la ciudad, entre ellas se tiene la construcción de colectores de aguas residuales. Concluido el año 2009	Entregado en julio de 2009 (en calidad de préstamo) a la entonces prefectura del departamento de Tarija.
	«Diagnóstico de la situación sanitaria del río Guadalquivir».		s/d	Luego de ser concluido fue entregado (en calidad de préstamo) a la entonces prefectura del departamento de Tarija (ahora Gobernación).
	«Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del río Bermejo».	Toda la cuenca del río Guadalquivir	Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2008	Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Bermejo, del cual forma parte ella cuenca del río Guadalquivir, donde han determinado puntos para el monitoreo de la calidad de estas aguas.
	«Primer informe de avance control de calidad del agua cuenca ríos Bermejo departamento de Tarija».		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2012	Estos documentos corresponden a reportes anuales y semestrales contienen resultados del monitoreo del río Guadalquivir (como parte de la cuenca del río Bermejo).
	«Plan de monitoreo cuenca alta del Bermejo departamento de		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua.	Estos informes fueron puestos en conocimiento de diferentes entidades, el 2011 mediante una presentación pública a la que

Entidad responsable del plan, programa, proyecto y/o estudio	Plan, programa, proyecto y/o estudio	Municipio beneficiado	Objetivos del plan, programa, proyecto y/o estudio, año de inicio y finalización	Resultados/Observaciones
	Tarija - 2013».		Año 2012	invitaron a la Gobernación de Tarija y a COSAALT, entre otros; el 2012 remitieron una copia al Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el 2013 a la UTEPTAR dependiente de la Gobernación, el 2014 al Director de Cuencas del MMAyA y a EMAGUA. En todos los casos, exceptuando la presentación pública, los documentos remitidos fueron a solicitud expresa de los interesados y fueron remitidos sólo los documentos solicitados.
	«Informe final control de calidad del agua cuenca río Bermejo, fase I»		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2014	
	«Primer informe de avance implementación control de calidad del agua cuenca río Bermejo».		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2014	
	«Plan Multianual de monitoreo de calidad del agua, cuenca alta del río Bermejo: 2015-2019».		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2014	
	«Segundo informe de avance implementación control de calidad del agua cuenca río Bermejo».		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2014	
	«Informe final Implementación control de calidad del agua cuenca río Bermejo».		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2014	
	«Primer informe de avance Implementación plan multianual de monitoreo de calidad del agua, cuenca alta del río Bermejo».		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2015	
	«Informe final Implementación plan multianual de monitoreo de calidad del agua, cuenca alta del río Bermejo».		Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua. Año 2016	

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por las entidades.

## 6. RESULTADOS ASOCIADOS AL EFECTO.

El presente acápite expone el efecto de la auditoría, asociado a la condición del hallazgo y los criterios formulados para los objetivos específicos 1 y 2, en términos de consecuencias reales y riesgos potenciales que pueden manifestarse producto de los resultados de la evaluación de cada uno de los objetivos específicos planteados.

Cabe recordar que el efecto constituye la consecuencia real o potencial (riesgo) que surge de mantener la condición detectada y es el resultado de comparar la condición con el criterio del hallazgo.

Luego de definir el concepto de restauración, útil para comprender lo que se expone a continuación, pasamos a presentar las acciones realizadas por las diferentes entidades vinculadas a la restauración de la cuenca del río Guadalquivir realizadas entre los años 2008 y 2015.

La información ha sido tabulada por entidad responsable o vinculada con los diferentes estudios, planes, proyectos y/o programas que fueron elaborados, se ha identificado el título de cada uno de ellos, el municipio beneficiado, la fecha de su elaboración y/o conclusión (si corresponde y/o existe el dato), se ha incluido información acerca del objetivo de los proyectos y los resultados alcanzados y algunas observaciones complementarias.

### **6.1 Consecuencia real asociada al criterio 1 del objetivo específico 1.**

Recordemos que el criterio formulado fue el siguiente.

*La calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir responde a su aptitud de uso (riego y recreación).*

A partir de la condición ya expuesta presentamos a continuación el efecto asociado, para los años 2008 y 2015, que delimitan el periodo de evaluación.

#### **Año 2008.**

Los resultados obtenidos a través del ICA-NSF, dieron cuenta de la calidad del agua del río Guadalquivir respecto de su aptitud de uso. En la parte alta, en el municipio de San Lorenzo, desde la altura de la normal de Canasmoros hasta después de la población de San Lorenzo (PC1 y PC2, mapa 11 del anexo 4), la calidad del agua del río Guadalquivir se encontraba en el rango de buena (color verde), con valores del índice de calidad ICA-NSF mayores a 71, lo que significa que las aguas del río Guadalquivir eran aptas para actividades agrícolas y de recreación.

Ya en el municipio de Tarija se advierte una disminución de la calidad de aguas del río Guadalquivir, de acuerdo al rango del ICA obtenido estas eran de calidad media (color amarillo, ver mapa 11), con valores del indicador mayores a 50 pero menores a 70, sin embargo aún eran aptas para actividades agrícolas y de recreación, aunque en este último caso, si bien era aceptable, no era recomendable.

Finalmente, en el municipio de Uriondo hasta la altura del Angosto (PC4 a PC5) ver mapa 11), las aguas del río Guadalquivir mantuvieron el rango de aguas de calidad media con valores del ICA mayores a 50, condición que hacía de este río un cuerpo de agua con la calidad necesaria para ser empleado en actividades agrícolas y de recreación.

El gráfico que acompaña al mapa 11 muestra claramente como todos los valores del ICA, calculados en los diferentes puntos de muestreo a lo largo del curso del río Guadalquivir,



tenían valores por encima de 50, lo que indica que en el año 2008, el curso completo del río tenía condiciones favorables para actividades agrícolas y de recreación.

### **Año 2015.**

Los resultados del índice de calidad ICA muestran que al inicio del área de estudio, en el municipio de San Lorenzo, antes de llegar a Tomatas Grandes (P1) y aguas abajo, luego de confluir con el río Carachimayo (P3), el río Guadalquivir tenía aguas de calidad media (color amarillo) con valores del ICA mayores a 60 lo que indica que en este sector estas aguas son aptas para riego y actividades de recreación, aunque esta última no es recomendable. El mapa 12 en el anexo 4 muestra que evidentemente las aguas del río Guadalquivir son empleadas para riego, verificado a través de las tomas de agua existentes<sup>95</sup>, que transportan el agua por medio de canales para el riego de cultivos de papa, maíz, entre otros productos.

Continuando su curso, aguas abajo el río Guadalquivir recibe la descarga de aguas residuales de la población de San Lorenzo, ocasionado un descenso en la calidad a aguas malas a la altura del punto P5 (color naranja) donde el valor del ICA se encuentra por debajo de 50 (47,26), lo que muestra que en este sector las aguas del río Guadalquivir ya no son aptas para riego, requiriendo tratamiento para ello y son de dudosa calidad para contacto directo, hablando de actividades de recreación. Sin embargo, de acuerdo a lo observado en campo, en este sector las aguas del río continúan siendo desviadas mediante canales hacia áreas de cultivo de maíz y papa, entre otros productos.

Aguas abajo, entre los puntos P6 y P12 en el municipio de San Lorenzo, antes de confluir con el río Sella (que al momento del muestreo se encontraba seco), el río Guadalquivir logra autodepurarse y otra vez se sitúa en el rango de aguas de calidad media (color amarillo) y buena (color verde), con valores del ICA por encima de 50 (ver mapa 12) gracias al aporte de los ríos Victoria y Erquis, hasta ingresar al municipio de Tarija. En este tramo, en el que el río Guadalquivir guarda este rango de calidad, sus aguas nuevamente son aptas para riego y actividades de recreación, particularmente en la zona donde recibe la afluencia de los ríos antes mencionados.

Ya en el municipio de Tarija, el río Guadalquivir recibe descargas de las quebradas Sosa y Sagredo (que transportan principalmente agua residuales domésticas e industriales crudas y/o deficientemente tratadas) provocando que su calidad descienda, es por esto que el valor del ICA en el río Guadalquivir a la altura del punto P12, ubicado luego de las mencionadas quebradas baja al rango de mala (color naranja) con un valor del índice de 45,76 (menor a 50), mostrando que en este sector las aguas del río dejan de ser aptas para riego y actividades de recreación.

---

<sup>95</sup> Información proporcionada por el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.

La calidad de las aguas del río Guadalquivir se ve aún más afectada al recibir mayores aportes de carga contaminante provenientes de las quebradas San Pedro y El Monte, esta última que aguas arriba recibe descargas de aguas residuales domésticas del canal embovedado denominado Víbora Negra; también recibe el aporte de las quebradas Torrecillas y Cabeza de Toro consideradas entre las fuentes más críticas de contaminación y esto lo demuestran los valores obtenidos del ICA que entre los puntos P12 y P29 se encuentran por debajo de 50 (ver mapa 12), lo que indica que estas aguas en este sector son de mala calidad (color naranja) y no son aptas para riego ni para recreación. Esta situación puede resultar no significativa en este sector, dado que es predominantemente urbano, sin embargo esta condición no afecta sólo al sector, sino que se extiende aguas abajo como se ve a continuación.

Siguiendo su curso aguas abajo y antes de confluir con el río Tolomosa (P19), el río Guadalquivir mejora su condición lo que se advierte a través de un incremento en el valor del ICA, pero sin embargo no es suficiente como para mejorar el rango de calidad por lo que permanece como aguas de mala calidad (color naranja), lo que significa que estas no son aptas para la actividad agrícola ni para recreación en este sector.

Ya en el municipio de Uriondo, cerca al final del área de estudio, entre los puntos P29 y P38, el río Guadalquivir mantiene el rango de aguas de mala calidad (color naranja), a pesar de su recorrido y de estar fuera de una zona de alta presión antrópica, lo que muestra que el impacto generado por las descargas recibidas en el municipio de Tarija repercute de manera importante en la calidad de las aguas del río Guadalquivir, haciéndolo no apto para actividades agrícolas y de recreación en una buena extensión de su recorrido que transcurre por zonas ya alejadas de los centros urbanos.



Canal de riego – municipio de Uriondo

Si bien, en este último sector, las aguas del río Guadalquivir no tienen la calidad necesaria para ser aptas en actividades agrícolas y de recreación (valor del ICA se encuentra por debajo de 50), las aguas del río son utilizadas para riego y aquello se puede apreciar en el mapa 12 que muestra la ubicación de tomas de agua de este río para riego de cultivos de vid principalmente en el municipio de Uriondo.



Áreas de cultivo – municipio de Uriondo

A nivel de afluentes, los ríos Tolomosa y Camacho, no representan una fuente de impacto negativa, más por el contrario contribuyen a mejorar la calidad de las aguas del río Guadalquivir, ya que estos ríos presentan aguas de calidad media que son aptas para riego tal como sucede en la práctica pues se ha verificado la existencia de extensas áreas agrícolas y las tomas de agua para riego que derivan de estos ríos, las tomas del río Camacho han sido graficadas y se puede

apreciar en el mapa 12 del anexo 4. Cabe aclarar que si bien estos ríos son de mejor calidad y contribuyen a mejorar la del río Guadalquivir, no logran que éste cambie el rango de aguas de calidad mala.

A diferencia de estos el ríos, el Santa Ana, presenta un rango de calidad de aguas malas (color naranja) lo que indica que éste, por lo menos en el sector de confluencia con el río Guadalquivir, no tiene la calidad necesaria para ser empleado en riego de cultivos o para actividades de recreación de contacto directo.

Al final de la zona de estudio, metros antes de la zona de El Angosto y por un proceso natural de autodepuración, las aguas del río Guadalquivir, luego de recorrer cerca de 4 km desde el punto P38, pasa al rango de aguas de calidad media (color amarillo) a la altura del punto P40, subiendo el valor del ICA a 53,9, sector en el que las aguas del río nuevamente tienen la calidad mínima necesaria para ser empleadas en actividades agrícolas y de recreación, aunque esto último no es recomendable.

El gráfico que acompaña el mapa 12 muestra claramente como la mayor parte de los puntos monitoreados en el río Guadalquivir (9 de 14), presentan valores del ICA por debajo de 50, lo que indica que en el año 2015, la mayor parte del curso río no tuvo la calidad necesaria para ser empleado en actividades agrícolas y de recreación.

El análisis de la calidad de las aguas del río Guadalquivir y sus afluentes de acuerdo a su aptitud de uso, particularmente en lo que se refiere a actividades agrícolas, ha sido complementado con datos acerca de la salinidad de los suelos<sup>96</sup>, que para nuestro caso ha sido analizado a partir de la conductividad medida en los cuerpos de agua, parámetro asociado a la concentración de sales disueltas. De acuerdo a los resultados obtenidos en la medición de este parámetro, podemos señalar complementariamente que en la mayor parte de la zona agrícola identificada en la cuenca, las aguas del río Guadalquivir califican como

<sup>96</sup> A partir de la clasificación realizada por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

poco salinas, lo que implica que estas pueden ser consideradas como aptas para riego, excepto en el área de influencia del río Santa Ana, cuyas aguas contienen salinidad moderada, que si bien son aptas para riego, pueden afectar a cultivos sensibles, como zanahoria y cebolla.

## **6.2 Consecuencia real asociada al criterio 2 del objetivo específico 1.**

Recordemos que el criterio formulado fue el siguiente.

*Toda descarga que se vierte a un cuerpo de agua o a la red de alcantarillado debe cumplir con los estándares y disposiciones establecidas en la normativa.*

A partir de la aplicación de los indicadores formulados se ha podido ver si las descargas que se vierten a los cuerpos de agua y a la red de alcantarillado cumplen o no con los estándares establecidos en la norma.

Para el caso de las descargas industriales se ha verificado, a través de los reportes de laboratorio de los Informes Ambientales Anuales (IAA) presentados por las industrias a las municipalidades de Tarija y San Lorenzo, que tanto en el año 2008 como en el año 2015, la totalidad de las descargas presentaron por lo menos un parámetro por encima de los límites establecidos en el anexo 13-C del RASIM, existiendo incluso un rango entre 1 y 6 parámetros que superan los estándares de referencia por informe.

Se ha revisado otra fuente de control de descargas, el realizado por COSAALT a las empresas industriales con las que ha suscrito convenios para que sus efluentes sean descargados en los colectores de la red de alcantarillado que se encuentran bajo su responsabilidad y administración, cabe aclarar que COSAALT no ha suscrito convenios con todas las industrias que tiene registradas.

Los informes de monitoreo de la cooperativa en el periodo 2008-2015 dieron cuenta de que tanto el año 2008 como el 2015, el total de industrias monitoreadas tienen al menos un reporte que presenta mínimamente un parámetro con valores por encima de los límites establecidos en los convenios suscritos. De acuerdo a lo revisado, en cada gestión existe un rango entre 1 y 4 parámetros por industria, que sobrepasan dichos límites.

Finalmente tenemos las descargas vertidas por las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que operan en la zona de estudio. En el caso del municipio de San Lorenzo este cuenta con un sistema de tratamiento de aguas



Descarga PTAR de San Lorenzo





Materia orgánica en el efluente de la PTAR de San Lorenzo

residuales cuyos efluentes han sido evaluados en dos momentos diferentes, el año 2012 y el 2015 y ambos dieron cuenta de que las descargas vertidas al río Guadalquivir superan los límites permisibles establecidos en el anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), en 1 y 3 parámetros respectivamente.

En el caso de Tarija, se tiene la PTAR de San Luis, que cuenta con reportes de monitoreo de sus descargas hacia la quebrada Torrecillas, afluente del río Guadalquivir, la información revisada

entre los años 2008 y 2015, proporcionada por COSAALT, dio cuenta de que todos los reportes de monitoreo de las descargas presentaron por lo menos un parámetro por encima de los límites permisibles<sup>97</sup>, situación que ha persistido a lo largo de todo el periodo de evaluación. El rango de parámetros medidos en la descarga de la PTAR, que superan los límites establecidos varía entre 4 y 6 en todos los reportes revisados.

En el caso del municipio de Uriondo, se ha podido recabar información de línea base sólo para el año 2012 de la PTAR del Valle de la Concepción y para el año 2015 se tiene información de esta planta y del sistema construido en Calamuchita. Los otros dos sistemas existentes (en San Antonio y Chocloca) no cuentan con datos de sus efluentes.

Los resultados obtenidos mostraron que los efluentes de la PTAR del Valle de la Concepción, presentaron parámetros por encima de los límites permisibles tanto en la gestión 2012 como en la gestión 2015, el número de parámetros que supera la norma en ambas gestiones es de 3 y 4 respectivamente.



Descarga de la PTAR de San Luis – municipio de Tarija

En lo que respecta a la planta de tratamiento de Calamuchita, de acuerdo al reporte de laboratorio de la gestión 2015, la descarga de sus efluentes presenta 5 parámetros que superan los límites establecidos en la normativa vigente.

<sup>97</sup> Establecidos en el anexo A-2 «Límites permisibles para descargas líquidas en mg/l», del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.



Finalmente se ha podido identificar puntos de descarga directa de aguas residuales crudas o deficientemente tratadas hacia los diferentes cuerpos de agua dentro la zona de influencia de la cuenca del río Guadalquivir. Se han identificados 22 puntos de descarga, uno en el municipio de San Lorenzo, 17 en el municipio de Tarija, 2 en el municipio de Uriondo y 2 en el municipio de Padcaya.



PTAR Valle de la Concepción – municipio de Uriondo

Estos puntos de descarga corresponden predominantemente a cámaras sépticas, en algunos casos en funcionamiento, lo que significa que el agua residual que pasa por estas recibe un tratamiento primario reduciendo de alguna manera la carga orgánica y los sólidos que se vierten hacia los cuerpos de agua, sin que ello signifique que estos efluentes cumplen con los estándares establecidos por norma, pues en el mejor de los casos son aguas residuales crudas sólo con concentraciones menores de carga orgánica y de sólidos suspendidos.

Los puntos restantes corresponden a cámaras sépticas colapsadas, o como en el caso de las comunidades de San Antonio y Chocloca del municipio de Uriondo, que si bien cuentan con sistemas de tratamiento, estos al no contar con el respectivo mantenimiento y operación, generan efluentes que pueden considerarse como aguas residuales crudas, siendo en consecuencia puntos de descarga de aguas residual cruda o deficientemente tratada, de características similares a las de las cámaras sépticas.

Lo expuesto en este acápite mostró que, entre los años 2008 y 2015, todas las descargas identificadas que se han vertido y se vierten a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, provenientes de industrias o sistemas de tratamiento, no han cumplido, ni cumplen con los estándares establecidos en la normativa ambiental vigente.

### **6.3 Consecuencia real asociada al criterio 3 del objetivo específico 1.**

El texto del criterio señala lo siguiente.

*La extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir debe ser regulada para evitar impactos ambientales.*

La condición del hallazgo dio cuenta de que si bien para el 2008 la actividad de extracción de áridos y agregados ha sido parte de la actividad comercial que se realizaba en la cuenca del río Guadalquivir, ningún municipio contaba con un registro de las empresas que llevaban a cabo estas actividades en la cuenca para ese año. Recién, entre los años 2014 y 2015 las municipalidades trabajaron en el tema, logrando identificar y registrar empresas



Extracción de áridos y agregados en el río Guadalquivir

industriales y artesanales que llevan a cabo actividades de extracción de áridos y agregados en cursos de ríos de la cuenca del río Guadalquivir.

Si bien para el año 2015 los municipios ya dieron cuenta de un registro de empresas operadoras de extracción de áridos y agregados, ninguna empresa que opera a nivel industrial o artesanal, cuenta con una autorización oficial emitida por las respectivas

municipalidades. Se dio un caso particular en el municipio de San Lorenzo, que sin embargo, no responde a una regulación claramente establecida por el municipio.

Asimismo, la condición del hallazgo ha dado cuenta de que ningún municipio trabajó en la identificación de áreas aptas para la extracción de áridos y agregados al año 2008. Para el 2015 este trabajo fue realizado por el municipio de San Lorenzo aunque sin responder a una planificación general a la que puedan atenerse las empresas operadoras, como un Plan de Manejo de extracción de Áridos y Agregados por ejemplo.

En este entendido, en el periodo evaluado la actividad de extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir, no ha sido regulada, lo que implica que estas actividades pudieron haber ocasionado impactos ambientales en la cuenca sin que hayan sido identificados y/o controlados.

#### **6.4 Consecuencia real asociada al criterio 4 del objetivo específico 1.**

El criterio formulado señala lo siguiente.

*El servicio de alcantarillado y tratamiento de ARD responde a la demanda poblacional e industrial.*

Los resultados obtenidos de la aplicación de los indicadores formulados para evaluar este tema dieron cuenta de que el servicio de alcantarillado sanitario no cubre la demanda de la población, ni de la actividad industrial, esta situación estuvo presente el año 2008, o los años de referencia como son el 2009, 2011 y 2012, y se ha mantenido hasta el 2015. Asimismo, se ha podido ver que los sistemas de tratamiento de aguas residuales en operación en los municipios de Tarija y San Lorenzo, no cubren la demanda existente, lo que implica que cantidades importantes de aguas residuales, que a pesar de ser colectadas por un sistema de alcantarillado, son dispuestas sin ningún tratamiento o sólo con un tratamiento primario, hacia cuerpos de aguas receptores (quebradas y/o ríos de la cuenca).

Sólo en el caso del Valle de la Concepción en el municipio de Uriondo, el volumen de aguas residuales colectado por la red de alcantarillado, es el mismo que ingresa al sistema de tratamiento, si bien esto es un buen dato, ya que no existen puntos de descargas directa de aguas residuales crudas, debe tomarse en cuenta que sus efluentes no cumplen con los estándares establecidos en la normativa ambiental vigente, situación verificada tanto el año 2012 como el 2015.

En el caso de los municipios de Uriondo y Padcaya, en las comunidades de Chocloca, San Antonio, Calamuchita, Cañas y Chaguaya, no existen datos cuantificados, la ausencia de mantenimiento y operación de los sistemas de tratamiento, permitieron inferir que todo el volumen de aguas residuales colectados por la red que pasa por estos, son descargados con una composición similar a las aguas residuales crudas, ocasionando con ello la contaminación del cuerpo de agua receptor, nos referimos a los ríos Camacho y Guadalquivir.

### **6.5 Síntesis de las consecuencias reales en términos del objetivo específico 1.**

A partir del objetivo específico 1 se buscó determinar el estado ambiental en la cuenca del río Guadalquivir en los años 2008 y 2015, la aplicación de los diferentes indicadores formulados nos han proporcionado información suficiente para opinar sobre el estado ambiental de la cuenca en estos dos momentos, en términos de los componentes del medio ambiente afectado (los cuerpos de agua) medidos en función de parámetros físicos, químicos y biológicos y a partir de las condiciones económicas y sociales expresadas en términos del crecimiento poblacional y del crecimiento de la actividad productiva que involucra a la industrial y la extracción de áridos y agregados en la zona.

Todo lo expuesto párrafos arriba nos ha mostrado de manera puntual las consecuencias reales que atañen a cada uno de los aspectos que componen el estado ambiental de la cuenca. Ahora bien, desde una perspectiva general las consecuencias reales para el objetivo específico 1, en lo que concierne al estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir para los años 2008 y 2015 se expresa como sigue.

En lo que respecta a la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca, particularmente del río Guadalquivir, podemos decir que el año 2008 esta respondía a su aptitud de uso (riego y recreación), sin embargo para el 2015 esto ya no sucede, las aguas en gran parte del curso de este río ya no son aptas para el riego de cultivos agrícolas, ni para actividades de recreación particularmente las que impliquen contacto directo.

Asimismo, ha sido advertido un crecimiento poblacional en toda la cuenca y también un crecimiento de la actividad industrial, particularmente en los municipios de Tarija y San Lorenzo, lo que conllevó a la generación de mayores volúmenes de aguas residuales producto de la actividad doméstica e industrial.

La evidencia recabada y el análisis de la información ha permitido ver que las descargas de estas aguas que se vierten a la red de alcantarillado sanitario y/o a los cuerpos de agua de la cuenca de manera directa, no cumplen con los estándares establecidos por la normativa ambiental vigente, situación que se manifestó el año 2008 y ha persistido por el lapso de estos últimos 8 años hasta el año 2015, con el consiguiente daño ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca.

El crecimiento poblacional y el crecimiento industrial también va asociado a la demanda del servicio de alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales generadas, situación que se ha visto, no se ha incrementado en la misma proporción en el periodo evaluado.

En lo que respecta a la cobertura del servicio de alcantarillado en los centros poblados que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir, esta no ha respondido a la demanda poblacional, ni industrial dentro el periodo evaluado, ha existido un bajo crecimiento del servicio, o en algunos casos ha disminuido, sólo las comunidades más pequeñas se han beneficiado con la ampliación del mismo.

Sobre el tratamiento de aguas residuales, evaluados en términos de volúmenes que pasan por un sistema de tratamiento, se vio un incremento de un 8% en el caso de Tarija y en el caso de San Lorenzo y Uriondo estos se han mantenido constantes dentro el periodo evaluado. A este resultado debe sumarse que, si bien se ha incrementado el volumen de agua residual que pasa por un sistema de tratamiento, aún existen importantes cantidades de agua residual que no lo hacen, lo que denota la falta de respuesta a la demanda para su tratamiento, sin considerar la eficiencia de estos sistemas, que como se vio no logran depurar las aguas residuales, generando de todas maneras un impacto ambiental en la cuenca.

Asimismo, se ha visto que existe y ha existido dentro el periodo evaluado, la práctica no regulada de la extracción de áridos y agregados en todos los municipios de la zona de estudio, lo que permite afirmar que no han sido implementadas acciones para evitar y/o minimizar impactos ambientales en los cursos de los ríos de la cuenca del río Guadalquivir, producto del ejercicio de este tipo de actividades.

## **6.6 Consecuencia real asociada al criterio del objetivo específico 2.**

El criterio formulado señala lo siguiente.

*Los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir deben ser restaurados a fin de que sus condiciones, refiriéndonos a la calidad de los cuerpos de agua, se aproximen a las preexistentes al daño.*

Entiéndase por actividades de restauración todas aquellas que buscan de manera intencional rehabilitar las condiciones de un ecosistema, en este caso los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, de tal forma que estas se aproximen a las condiciones previas al daño.



Las acciones de restauración están vinculadas a la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales eficientes que descarguen efluentes a los cuerpos de agua con la calidad requerida por la norma; al control y vigilancia del vertido de descargas industriales para que estas no representen una fuente de contaminación a los ríos y/o no saturen la capacidad de los sistemas de tratamiento que los reciben; están vinculadas también a la implementación de acciones de regulación para la extracción de áridos y agregados con la finalidad de que esta práctica no genere un impacto ambiental en la cuenca.

Luego de este preámbulo, pasamos a presentar las consecuencias reales asociadas a la variación del estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir y su relación con la restauración de este ecosistema.

- En lo que concierne a las variaciones poblacionales, industriales y de la actividad extractiva se tiene lo siguiente.

Se ha advertido un crecimiento poblacional en todos los municipios que forman parte de la cuenca entre los años 2008 y 2015, en el caso del municipio de Tarija, el crecimiento poblacional fue del 6% dentro el área de concesión, a nivel jurisdiccional el incremento fue del 11%, y si nos referimos sólo a la población que se encuentra fuera del área de concesión, la población se duplicó respecto de la que había en el año 2008, la misma que además no se encuentra en el área de concesión del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

El municipio de San Lorenzo (en los centros poblados del área de influencia de la cuenca del río Guadalquivir), ha tenido crecimiento poblacional del 43% respecto de la existente el año 2008. Análogamente, en los municipios de Uriondo y Padcaya, se ha advertido un crecimiento poblacional de aproximadamente mil habitantes más para el primero, y de casi 200 para el segundo, entre todas las comunidades del área de influencia de la cuenca (Valle de la Concepción, Calamuchita, San Antonio y Chocloca en Uriondo, y las comunidades de Cañas y Chaguaya en Padcaya).

En cuanto a la actividad industrial se pudo ver que entre los años 2008 y 2015 se ha generado un crecimiento industrial significativo en los municipios de Tarija y San Lorenzo, en el primer caso se han registrado más de trescientas actividades industriales nuevas y en el segundo menos de una veintena. Es importante aclarar que este crecimiento industrial comprende prioritariamente a las industrias de categoría 4, seguido de las actividades industriales de categoría 3, por lo que apenas se registraron 3 actividades industriales con categoría 1 y 2 en este periodo.

Respecto de la actividad extractiva debemos señalar que dada la inexistencia de un base de datos (línea base 2008), acerca del número de empresas registradas en las municipalidades, no es posible establecer una variación que muestre el crecimiento de esta actividad, sólo ha



sido posible identificar el municipio que actualmente registra el mayor número de empresas a nivel industrial identificadas y corresponde al municipio de Tarija, seguido del municipio de Uriondo y San Lorenzo. No existen datos exactos de actividades registradas a nivel artesanal. Aún no existe ninguna empresa legalmente autorizada para llevar a cabo actividades de extracción de áridos y agregados en la cuenca.

- Las variaciones respecto del servicio de alcantarillado se han manifestado tanto en la cobertura a nivel industrial como domiciliaria.

En cuanto a la cobertura del servicio de alcantarillado para industrias en el municipio de Tarija, esta creció aproximadamente en un 20% entre los años 2011 – 2015 respecto del total de industrias registradas (estimado a partir de la información proporcionada en los Registros Ambientales Industriales). Respecto del grupo de industrias que sólo generan efluentes industriales el número de industrias que están conectadas a la red de alcantarillado se ha incrementado en un 10% respecto del total de industrias con estas características.

Entre los años 2011-2015 ha existido un crecimiento importante de industrias en el municipio de Tarija, se registraron 99 industrias nuevas que generan efluentes líquidos producto de sus procesos, sin embargo sólo se conectaron a la red de alcantarillado 58 actividades industriales (aproximadamente el 58%).

En lo que concierne a la actividad industrial del municipio de San Lorenzo el año 2009 las dos únicas industrias registradas estaban conectadas a la red, el 2015 el número de industrias registradas subió a 17, sin embargo las conectadas a la red eran menos del 50%. Respecto de las industrias que vierten efluentes industriales, estas no son más del 50% de las industrias registradas. Entre el 2009 y 2015 se registraron 15 industrias nuevas en el municipio de San Lorenzo, de las cuales 10 generaban efluentes líquidos de tipo industrial y de estas sólo 4 se conectaron a la red de alcantarillado.

Dado el evidente crecimiento del sector industrial, fue necesario ver la variación de la calidad de los efluentes vertidos por este sector a cuerpos de agua y/o a la red de alcantarillado sanitario entre los años 2008 y 2015. Para ello se empleó la información de los Informes Ambientales Anuales y los reportes de monitoreo de COSAALT.

La información revisada dio cuenta de que si bien creció el número de industrias entre los años 2008 y 2015, no mejoró la calidad de sus efluentes, toda vez que ninguna actividad industrial evaluada descargó efluentes cumpliendo los estándares de referencia establecidos en el anexo 13-C del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM) o los establecidos en los convenios suscritos con el operador del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

En el caso del municipio de San Lorenzo la única industria registrada en el periodo evaluado (2009-2015), tampoco cumplió con los estándares establecidos. Cabe aclarar que esta industria no está conectada a la red de alcantarillado y sus efluentes son vertidos a una

quebrada donde se insumen antes de llegar al río Guadalquivir, sin embargo en época de lluvia se puede predecir que existe un impacto debido al arrastre del material orgánico retenido en el sector.

En cuanto a la cobertura del servicio de alcantarillado a nivel domiciliario en el periodo 2008-2015, se han podido advertir algunas variaciones en las jurisdicciones municipales que forman parte del área de influencia de la auditoría en torno al crecimiento poblacional señalado párrafos arriba.

En el municipio de Tarija la cobertura del servicio creció dentro del área de concesión, entre los años 2008 y 2015, en casi en un 5%, sin embargo respecto de la población total, este crecimiento fue menos del 1%, debido al aumento significativo de la población fuera del área de concesión. En el caso del municipio de San Lorenzo, se observó una disminución en la cobertura del servicio pero en contraposición a ello, los centros poblados de Cancha Sur y Canasmoro registraron un incremento.

Análogamente, en los municipios de Uriondo y Padcaya, el crecimiento poblacional, no acompañó al crecimiento de la cobertura del servicio de alcantarillado, si bien en las comunidades pequeñas se han beneficiado con una ampliación como en Chocloca, San Antonio y Chaguaya, esta disminuyó en el Valle de la Concepción, Calamuchita y Cañas, existiendo una demanda insatisfecha.

En cuanto al tratamiento de las aguas residuales se han podido advertir algunas variaciones, en lo que respecta a los volúmenes tratados y los que son descargados de manera directa a un cuerpo de agua.

En el municipio de Tarija se observó que entre los años 2008 y 2015, se incrementó el volumen de aguas residuales que ingresó a la planta de tratamiento de San Luis en más de un millón y medio de metros cúbicos, es decir un 23% más del volumen que ingresaba el año 2008. Por su parte el volumen de agua residual que no ingresó a la planta se redujo en cerca de quinientos mil metros cúbicos, es decir el 12% menos del se vertió de manera directa el año 2008.

En el municipio de San Lorenzo no ha variado el porcentaje de aguas residuales que ingresan a las lagunas de tratamiento respecto del volumen colectado por la red de alcantarillado, sin embargo en términos específicos de volumen este sí se incrementó en casi 75 mil metros cúbicos, lo que es aproximadamente el 60% del volumen que ingresó a las lagunas el año 2008. En lo que respecta a las descargas directas en el municipio de San Lorenzo, estas se incrementaron en más de 60 mil metros cúbicos entre los años 2008 y 2015, lo que indica que esta última gestión se vertió al río Guadalquivir, 63% más de agua residual que el año 2008.

La falta de datos en lo que concierne a los municipios de Uriondo y las comunidades involucradas que cuentan con sistemas de tratamiento, impidió tener una visión exacta de

las variaciones que pudieron darse respecto del volumen de aguas residuales que pasaron por los sistemas de tratamiento de estos centros poblados.

La evaluación anterior no estaría completa si no hacemos un análisis de la variación de la calidad de las aguas residuales que pasaron por un sistema de tratamiento, pues no basta con que esto ocurra, ya que si el tratamiento no es eficaz los efluentes vertidos siguen representando una fuente de impacto ambiental en los cuerpos de agua receptores.

En el caso del municipio de Tarija, los efluentes de la PTAR de San Luis no han mejorado entre los años 2008 y 2015, el 100% de los reportes de laboratorio de las descargas de la PTAR hacia la quebrada Torrecillas en todo el periodo evaluado, presentaron por lo menos un parámetro (oscilando estos entre 1 y 4) con valores por encima de los establecidos en el anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

En el caso de las lagunas de San Lorenzo, también se ha visto que los efluentes descargados por las lagunas de tratamiento, evaluados entre el año 2012 y 2015, presentaron parámetros por encima de la norma, lo que indica que la calidad de sus efluentes no mejoró en el periodo evaluado.

Situación similar se advirtió en las PTAR del municipio de Uriondo, particularmente la ubicada en el Valle de la Concepción y también la existente en Calamuchita. Los efluentes vertidos por estos sistemas de tratamiento no cumplieron con los límites establecidos por norma.

Lo señalado permitió ver que si bien existieron importantes volúmenes de aguas residuales que pasaron por sistemas de tratamiento, esto no garantizó que los efluentes vertidos a los diferentes cuerpos de agua no impacten negativamente su calidad, toda vez que los tratamientos que se dieron a través de las diferentes PTAR no fueron efectivos.

En este objetivo específico también se identificaron las acciones realizadas por las diferentes instancias vinculadas con la cuenca del río Guadalquivir asociadas a la restauración de la cuenca dentro el periodo 2008 – 2015.

Para el inicio del periodo, hablamos de los años 2008 y 2009, sólo se registraron dos documentos ambos fueron gestionado por la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN), uno fue el «Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del río Bermejo» y el segundo el «Proyecto Saneamiento del río Guadalquivir». No existen antecedentes de otros estudios elaborados hasta el año 2012.

El primer documento corresponde exclusivamente al monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca, no existe antecedentes de alguna gestión realizada por la OTN al respecto que pueda vincular el uso de esta información con alguna acción asociada a la restauración de la cuenca. En lo que concierne al «Proyecto Saneamiento del río Guadalquivir», este fue

entregado a la Gobernación y fue reportada la ejecución parcial de algunas obras civiles asociadas a este proyecto, que no fueron habilitadas. El contrato fue rescindido.

El año 2012 se registró la elaboración del «Plan Maestro Metropolitano para el Valle Central de Tarija», que comprendía proyectos de saneamiento para los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, paralelamente se registró la suscripción de un convenio de financiamiento para la ejecución del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir» del cual la institución responsable de su ejecución, monitoreo, seguimiento, fiscalización y evaluación es la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), junto a la Gobernación, esta última como responsable de asignar recursos económicos de contraparte.

Los Estudios de Identificación que derivaron del «Plan Maestro Metropolitano para el Valle Central de Tarija», estaban destinados a mejorar y ampliar el servicio de alcantarillado en todos los municipios, los mismos que incluían la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales, aspecto que estaría vinculado a la restauración de la cuenca desde la perspectiva de la mejora de la calidad de las aguas residuales que se vierten, a través de la implementación de nuevos sistemas de tratamiento. Los estudios fueron entregados en la gestión 2015 tanto a la Gobernación como a los municipios involucrados. Sin embargo, ninguna instancia reportó sobre su implementación.

En lo que respecta al «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir», en el tema de saneamiento básico, están comprendidos los municipios de San Lorenzo y Padcaya con la mejora y ampliación de las redes de alcantarillado y la construcción de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales. De estos dos municipios, para fines de la presente auditoría, sólo resulta relevante lo que concierne al municipio de San Lorenzo cuyo proyecto está en proceso de licitación. En el municipio de Padcaya las mejoras previstas sólo beneficiarán a la población urbana y consecuentemente a la cuenca del río Bermejo (que no forma parte del objeto del presente examen), el alcance del proyecto no comprende comunidades rurales como Cañas y Chaguaya.

No existe el reporte de otras gestiones asociadas hasta los años 2014 y 2015, periodo en el que se encuentra el mayor grupo de acciones realizadas por las entidades involucradas.

En estos dos últimos años la municipalidad de Tarija elaboró dos estudios en coordinación con COSAALT que se encuentran en revisión en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). Estos proyectos están destinados a implementar microplantas de tratamiento en el municipio, asimismo está gestionado recursos para financiar el proyecto de construcción de la primera microplanta en el municipio.

Por su parte la Gobernación ha elaborado un Informe Técnico de Condiciones Previas (ITCP) para el proyecto de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Tarija que ha sido remitido al MMAyA en la gestión 2016, para su revisión y opinión técnica, esta última reportó que espera retroalimentar el proyecto con

especialistas del área. Asimismo, la gobernación licitó el proyecto «Construcción de obras complementarias San Luis» que fue declarado desierto y se encuentra en proceso de adecuación para una nueva convocatoria. También elaboró el «Plan Estratégico departamental de cuencas» que si bien ya contaba con un cronograma de ejecución deberá ajustarse a las nuevas disposiciones del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE).

Todas las gestiones antes señaladas estuvieron orientadas a implementar un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales que reemplace al actual, con el fin de anular y/o minimizar el impacto ocasionado al río Guadalquivir por la planta de tratamiento que opera al momento.

Las variaciones advertidas en cada uno de los aspectos señalados en este acápite se han reflejado en la variación de la calidad ambiental, de la contaminación orgánica y de la calidad biológica de los cuerpos de aguas de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015.

La variación del índice de calidad ICA-NSF indicó de manera general que ha disminuido la calidad de las aguas del río Guadalquivir en el periodo evaluado. Las aguas del río que eran de calidad buena y media pasaron a ser aguas de calidad media y mala, mejorando sólo al final de la zona de estudio, luego de un recorrido prolongado de aguas de mala calidad, gracias al proceso natural de autodepuración del río.

La aplicación del indicador ICO modificado de Prati, permitió ver las variaciones en la composición del río por efecto del vertido de materia orgánica proveniente de las aguas residuales generadas por la población entre los años 2008 y 2015. Si bien en la parte alta de la cuenca, donde califica como poco contaminado, no existe un cambio significativo, la variación se aprecia en el municipio de Tarija donde se incrementó la contaminación orgánica producto del aumento de descargas de aguas residuales crudas o deficientemente tratadas, variando el grado de contaminación de moderadamente contaminado y contaminado el 2008, a un río contaminado, pasando incluso por el rango de muy contaminado el año 2015. Si bien al final de la zona de estudio el grado de contaminación termina siendo el mismo, la extensión de la contaminación orgánica el 2015 es superior que el 2008, debido al mayor contenido de carga orgánica que transporta el río.

Finalmente se emplearon bioindicadores para evaluar la calidad biológica del río Guadalquivir en dos momentos diferentes, la aplicación del índice BMWP/Bol permitió advertir también una modificación negativa en la fauna existente en el río, prevaleciendo la existencia de especies resistentes a la contaminación, y observando una disminución importante de la fauna sensible, lo que indica el incremento de la contaminación en el río y la disminución de su calidad biológica entre los años 2008 y 2015.

La comparación de la fauna béntica identificada en aproximadamente los mismos lugares entre los años 2008 y 2015 dentro el curso del río Guadalquivir, dio cuenta de que la



calidad biológica del río era predominantemente aceptable y buena, con una riqueza alta de familias de bioindicadores sensibles a la contaminación, sin embargo, para el año 2015 la calidad biológica descendió al rango de predominantemente crítica y muy crítica debido a la superioridad de especies resistentes a la contaminación que dio cuenta, por defecto, de la desaparición de especies sensibles a causa del vertido de importantes cantidades de carga contaminante.

Esta exposición de la variación advertida en el medio ambiente objeto de estudio y las gestiones realizadas, muestran claramente que la restauración en la cuenca del río Guadalquivir no se ha hecho presente, la ausencia de acciones efectivas ha ocasionado que no exista ninguna mejora respecto del año 2008, mas por el contrario la contaminación se ha incrementado y con ello los daños colaterales de todo el ecosistema que forma parte de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir.

#### **6.7 Consecuencias reales comunes a los dos objetivos específicos expresadas en términos de impactos ambientales en la cuenca del río Guadalquivir.**

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos. Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

- Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.
- Aguas blancas: pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración.
- Aguas residuales industriales: proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.

Para la presente auditoría se ha estimado que las aguas residuales generadas en los centros poblados producto de la actividad antrópica que en ellos se desarrolla, contaminan los cuerpos de agua de la zona de estudio con aguas residuales domésticas e industriales debido a la ausencia de sistemas y/o plantas de tratamiento y/o debido a deficiencias en el funcionamiento de los sistemas existentes, vertiendo anualmente a la cuenca de estudio más de 11 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales el año 2008 y más de 12 millones de m<sup>3</sup> el

2015<sup>98</sup>, de aguas residuales crudas y deficientemente tratadas (negras y blancas y aguas residuales industriales).

Se ha hecho una evaluación de algunas descargas vertidas a los cuerpos de agua de la zona de estudio para identificar los parámetros más críticos que inciden negativamente en la calidad y contaminación de los cuerpos de agua.

Como parte del trabajo de la Contraloría, se contrató a un laboratorio para tomar muestras de agua y analizarlas a fin de identificar la composición y concentración de elementos contaminantes en cuerpos de agua y descargas vertidas en la zona de estudio de la cuenca del río Guadalquivir (ver resultados de laboratorio en las tablas IV y V del anexo 2).

Se analizaron muestras de descargas de cámaras sépticas, plantas de tratamiento de aguas residuales y algunas industrias como curtiembres y el matadero municipal de Tarija. Las gráficas que acompañan a los mapas 13, 14 y 16 del anexo 4, muestran los parámetros críticos de las descargas analizadas, consideradas representativas para fines de la presente auditoría. Se los denomina parámetros críticos porque sobrepasan los límites permisibles<sup>99</sup> para descargas líquidas de manera reiterada en la mayoría de las descargas analizadas.

Cabe aclarar que no se cuenta con antecedentes de las mismas descargas del año 2008, por lo que el análisis que se hace a continuación, nos muestra el panorama de las condiciones actuales, sin embargo más adelante se hace un análisis de los parámetros críticos presentes en el río Guadalquivir y sus afluentes tanto para el año 2008 como para el 2015.

Las descargas analizadas corresponden a:

- En el municipio de san Lorenzo:
  - Descarga de la cámara séptica de la normal de Canasmoros.
  - Descarga de la laguna del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- En el municipio de Tarija:
  - Descarga de la PTAR de San Luis.
  - Descarga curtiembres.
  - Descarga matadero municipal.
- En el municipio de Uriondo:
  - Descarga de la PTAR del Valle de la Concepción.
  - Descarga de la PTAR de Calamuchita.

Los parámetros críticos identificados en las descargas medidas son los Sólidos Suspendidos Totales, expresados también como turbidez, Aceites y Grasas, la carga orgánica medida a través de la DBO<sub>5</sub> y la DQO, el nitrógeno amoniacal y los colifecales. Estos parámetros que presentan concentraciones altas en la composición de las descargas, superan los estándares establecidos en el anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica

<sup>98</sup> Estas cantidades no consideran los volúmenes de aguas residuales descargadas por los sistemas de tratamiento y cámaras sépticas ubicadas en los municipios de Uriondo y Padcaya, debido a la inexistencia de datos cuantificados por las unidades correspondientes.

<sup>99</sup> Establecido en los anexos A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica y el anexo 13-C del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero de la Ley 1333 del Medio Ambiente, según corresponda.

(RMCH) y los del anexo 13-C del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM) de la Ley 1333 del Medio Ambiente, según corresponde.

Los efectos de los parámetros críticos identificados, expresados como consecuencias reales del vertimiento de estas descargas bajo las condiciones analizadas muestran lo siguiente<sup>100</sup>.

Las elevadas concentraciones de sólidos suspendidos en las descargas de aguas residuales de: la cámara séptica muestreada, la laguna de San Lorenzo, la PTAR de San Luis, el sistema de tratamiento de Calamuchita, las curtiembres y el matadero (ver resultados en la tabla V del anexo 2), incrementaron la turbidez del río Guadalquivir y de los cuerpos de agua receptores. En términos de carga contaminante se tiene que a partir de los caudales medidos, cada año estas descargas aportaron más de 5 mil toneladas de sólidos suspendidos a sus afluentes y/o al río Guadalquivir.

La presencia de altas concentraciones de partículas suspendidas dificultan la transmisión de la luz debido a los materiales insolubles en suspensión, coloidales y/o muy finos, también absorben calor de la luz del sol haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes reduciendo con ello la concentración de oxígeno disuelto, asimismo, las partículas en suspensión dispersan la luz, ocasionando que decrezca la actividad fotosintética en plantas y algas acuáticas, lo que también contribuye a bajar la cantidad de oxígeno disuelto. Estos sólidos tienden a sedimentarse ocasionando que, en cuerpos de agua poco profundos, se formen lodos, sofocando el crecimiento de vida acuática como huevos de peces, larvas de insectos, que son cubiertas, sofocadas y/o dañadas.

Las elevadas concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO medidas en las descargas anteriormente citadas, indicaron que cada año se vertió al río Guadalquivir y/o sus afluentes, más de mil toneladas de carga orgánica expresada como DBO y cerca de 3 mil toneladas de carga orgánica expresada como DQO.

Las altas concentraciones de materia orgánica, aumentan la demanda de oxígeno para degradarlas, esta demanda es ejercida por las sustancias carbonadas, nitrogenadas y ciertos compuestos químicos reductores que pueden o no requerir la intervención de organismos vivos. El consumo de oxígeno puede llevar al agotamiento del existente en el cuerpo de agua receptor de la descarga y con ello la destrucción de comunidades acuáticas que necesitan de oxígeno para vivir, además que el exceso de materia orgánica posibilita la proliferación de microorganismos, muchos de los cuales pueden resultar patógenos. El déficit de oxígeno también puede aumentar la solubilidad de ciertos metales.

La presencia de elevadas concentraciones de nitrógeno amoniacal identificada en las descargas analizadas, tiene su efecto negativo en los cuerpos de agua receptores. El amoniacal es uno de los componentes transitorios del agua que forma parte del ciclo del

---

<sup>100</sup> Ada Barrenechea Martel, «Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua»; College of agricultura and Life sciences, The University of Arizona «La calidad del agua, E. Coli y su salud».

nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica, es el producto de la descomposición de compuestos orgánicos nitrogenados y por hidrólisis de la urea (se encuentra abundantemente en la orina y en la materia fecal, es el principal producto terminal del metabolismo de las proteínas en el humano y en los demás mamíferos, también puede formar parte de efluentes industriales). Las aguas superficiales normalmente no deben contener amoníaco, su presencia es una prueba de contaminación reciente por descarga de aguas residuales domésticas e industriales. La presencia de nitrógeno amoniacal en las descargas contribuye a dificultar la cloración (en un sistema de tratamiento de aguas residuales), da colores extraños al agua por formación de complejos. Asimismo, el amoníaco es un micronutriente para microorganismos y algas, su presencia en el agua favorece la multiplicación de estos y como consecuencia de ello promueve la eutrofización de un cuerpo de agua.

Estos impactos ambientales se manifiestan en los cuerpos de agua y de manera particular en los lugares afectados directamente por las descargas vertidas en la cuenca. Al respecto los mapas 13 y 14 del anexo 4 muestran los puntos de inflexión para el año 2015 donde varía la composición del agua del río Guadalquivir, así por ejemplo en el municipio de San Lorenzo se da el primer cambio luego de la descarga de la laguna de tratamiento, el impacto se refleja en la disminución de la calidad de las aguas del río de aguas de calidad media a mala, de la misma forma, el indicador de contaminación orgánica muestra que luego de este punto el río pasa de aguas poco contaminadas a aguas contaminadas.

El siguiente sector en el que se ve el cambio en la composición del río se da a la altura del municipio de Tarija luego de recibir los aportes de las quebradas Sosa, Sagredo, El Monte, San Pedro, Torrecillas, Cabeza de Toro, que a su vez son receptores de descargas domésticas e industriales, entre ellas de la planta de tratamiento de San Luis que vierte sus efluentes a la quebrada Torrecillas y de las curtiembres y el matadero cuyos efluentes se descargan en la quebrada Cabeza de Toro.

El aporte de la carga orgánica y los sólidos suspendidos de estas últimas actividades citadas, se ve reflejado en la composición que arrastran las quebradas receptoras y que son depositadas en el río Guadalquivir, es así que la quebrada Torrecillas y Cabeza de Toro depositan en el río Guadalquivir anualmente, casi 2 mil toneladas de sólidos suspendidos, cerca de mil toneladas de carga orgánica expresada como DBO y cerca de dos mil quinientas toneladas de carga orgánica expresada como DQO. Entre estas quebradas el mayor aporte de contaminación proviene de la quebrada Torrecillas, que recordemos recibe las descargas de la PTAR de San Luis.

La carga contaminante que aportan todas las quebradas identificadas, ocasiona que el río Guadalquivir cambie en este sector nuevamente su composición, pasando de río de aguas de calidad media a aguas de calidad mala en términos de calidad (ICA) y en términos de contaminación orgánica (ICO), el río pasa de río moderadamente contaminado a río muy contaminado (ver mapas 13 y 14).

Esta afectación del río Guadalquivir por las descargas vertidas en los municipios de San Lorenzo y Tarija, persiste a lo largo de su trayecto hasta casi el final de la zona de estudio particularmente en términos de calidad, sin embargo en cuanto a la contaminación orgánica se refiere, esta se retrae debido a un proceso natural de biodegradación y al movimiento de las aguas que incrementan la cantidad de oxígeno disuelto reduciendo así la demanda de este elemento, por lo que el río termina al final de la zona de estudio como moderadamente contaminado con materia orgánica (ver mapa 14).

Las descargas que se generan en los municipios de Uriondo y Padcaya (cámaras sépticas y plantas de tratamiento), afectan de manera particular al río Camacho, de acuerdo a los resultados de los indicadores, estas descargas no han sido determinantes en la calidad de estas aguas o en el grado de contaminación orgánica de este río, por lo que calificó como de calidad media y poco contaminado con materia orgánica a lo largo de su curso dentro la zona de estudio (ver mapas 13 y 14). Esto se debe a que los caudales de descarga son significativamente bajos respecto del caudal del río, sin embargo de ello no debemos dejar de lado el hecho de que existe un impacto ambiental al momento de verter aguas residuales que no cumplen con los estándares establecidos en la normativa ambiental vigente y que eventualmente ante el crecimiento poblacional y de no aplicarse medidas preventivas, afectarán la calidad de las aguas del río Camacho en un futuro cercano.

En lo que a consecuencias negativas asociadas a la calidad de los cuerpos de agua se refiere, para el año 2008 no es posible hablar de impactos negativos respecto del uso del agua del río en actividades agrícolas y de recreación, sin embargo, para el año 2015, esta situación cambió, el índice de calidad mostró que el río presentaba en secciones importantes de su extensión aguas de mala calidad, particularmente luego de recibir descargas de aguas residuales como las plantas de tratamiento o las colectadas por las diferentes quebradas que desembocan en el río Guadalquivir, ocasionando un impacto ambiental negativo significativo que se extiende por varios kilómetros aguas debajo de la zona de mayor presión antrópica, haciéndolo no apto para actividades agrícolas y de recreación por zonas en las que sí se ha advertido que existe este tipo de actividades.

Los mayores aportes de contaminación producto de las descargas, que se manifiestan en el índice de calidad (ICA-NSF) se encuentran en la turbiedad, fosfatos,  $DBO_5$  y colifecales, que a lo largo del río Guadalquivir, se presentan en concentraciones que superan los límites permisibles para un cuerpo de agua clase C en el marco de lo que establece el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, (ver mapa 16).

En cuanto a la calidad biológica del río Guadalquivir, el comportamiento del indicador BMWP/Bol es un tanto distinto toda vez de que hablamos de bioindicadores que responden a condiciones de afectación de mayor data respecto de lo que expresan los parámetros fisicoquímicos, que más bien reflejan a las condiciones de un momento puntual. Los resultados de los bioindicadores hacen evidente la contaminación del río Guadalquivir, pues dieron cuenta de la presencia predominante de especies resistentes a la contaminación respecto del año 2008 cuando había presencia y variedad de familias cuya principal



característica era su sensibilidad a los contaminantes, de ahí que este indicador mostró que dada la extensión de tiempo en el que se ha vertido de manera continua descargas de aguas residuales domésticas crudas o deficientemente tratadas, el río ya no alberga fauna representativa de aguas de buena calidad, más por el contrario, predominan familias que califican la calidad biológica del río Guadalquivir como aguas críticas predominantemente y en algunos casos muy crítica a lo largo de dos tercios del curso del río en el área de estudio, siendo la zona menos afectada sólo la parte alta de la cuenca. Esta condición difiere del año 2008 cuando la condición predominante en cuanto a la calidad biológica del río era aguas de calidad aceptable y en algunos casos buena (ver mapas 9 y 10).

Todo lo expuesto se traduce como consecuencia real en un ecosistema dañado, producto del vertido indiscriminado de descargas de aguas residuales domésticas, industriales, que de forman sinérgica generan un impacto en cadena que se manifiesta desde la afectación de la calidad ambiental de cuerpos de agua hasta la destrucción de ecosistemas en la cuenca del río Guadalquivir que en términos del objetivo general significa que la gestión ambiental en la cuenca no ha generado resultados positivos respecto de la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad antrópica que se desarrolla en la zona.

### **6.8 Riesgos potenciales.**

En lo que respecta a la aptitud de uso de los cuerpos de agua afectados, la consecuencia real se manifiesta en la contaminación de áreas de cultivo donde la turbidez, los sólidos suspendidos y los colifecales juegan un rol importante, toda vez que el aporte de altas concentraciones de manera continua de estos elementos conlleva el riesgo potencial de taponar los poros del suelo, revestir con sustancias de composición variada, la superficie del terreno y reducir con ello la aireación y penetración del agua, así como obstruir el sistema de riego.

El riesgo potencial de la presencia de altas concentraciones de colifecales se manifiesta cuando las aguas son empleadas para riego de frutas o verduras de consumo directo, es decir que no requieren de cocción previa y entran en contacto directo con aguas contaminadas, esto conlleva el riesgo de contaminar los productos con bacterias *E. coli* (por ej.) de características patógenas, llevando consigo el riesgo de ocasionar enfermedades gastrointestinales (diarrea), entre otras.

En cuanto a las actividades recreacionales, particularmente las de contacto directo, estas llevan un riesgo potencial implícito, cuando se las practica en lugares donde existen puntos de descargas de aguas residuales próximas. Numerosos estudios se han realizado en todo el mundo para evaluar la relación entre la calidad del agua utilizada para actividades recreacionales y los efectos adversos en la salud de las personas que tienen contacto con el agua a través de actividades recreativas (natación, pesca, etc.). Aunque no todas las bacterias son patogénicas, los estudios llevados a cabo han demostrado que las concentraciones de *E. coli* son el mejor indicador de enfermedades gastrointestinales (diarrea) asociadas a la natación. Además de las enfermedades gastrointestinales (GI),

infecciones de los ojos, irritaciones de la piel, oído, nariz, infecciones de garganta, y enfermedades de las vías respiratorias, que son comunes en las personas que han estado en contacto con agua contaminada con heces fecales.

La presencia de E. coli puede ser indicativo de la contaminación con otras bacterias, virus o protozoos que pueden causar enfermedades. La Salmonella es una bacteria comúnmente implicada en alimentos y agua contaminados, esta bacteria puede causar enfermedades como la fiebre tifoidea por el consumo de agua contaminada y Salmonelosis por comer carne de res y pollo contaminado. Una persona que consume alimentos o agua contaminada puede experimentar náuseas, vómitos, cólicos abdominales, diarrea y fiebre. Otro patógeno común transmitido por el agua (pasa toda o la mayor parte de su vida en el agua), es el Cryptosporidium, un parásito protozoario que afecta el tracto gastrointestinal de humanos y animales, y se elimina en las heces en forma de quistes.

Otro aspecto también evaluado y no menos importante, es la extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir. La realización de estas prácticas también tiene sus implicancias ambientales y las consecuencias reales se manifiestan en términos de factores físicos a través de la modificación del régimen hídrico y la modificación y/o alteración de los cauces naturales del agua, pudiendo crear zonas en las que el curso se amplía, modifica su dirección y/o varía su velocidad, generando zonas de erosión y sedimentación en el cauce.

Complementariamente, pueden existir otro tipo de impactos ocasionados por la extracción de áridos que se manifiestan en la contaminación y deterioro de los cuerpos de agua, debido al vertido de combustibles y aceites producto de las operaciones de la maquinaria asentada dentro el lecho del río, asimismo, la modificación de la calidad de las aguas incrementando la turbiedad y la concentración de sólidos suspendidos debido al movimiento de material que se realiza producto de las actividades inherentes.

Y con menor incidencia pero no menos importante, la extracción de áridos y agregados se manifiesta como impacto en la alteración del paisaje, incremento en la presión hacia la naturaleza por la presencia de nuevos asentamientos y la pérdida de conectividad por la interrupción del cauce natural y la disminución gradual de la superficie habitable de los peces, principalmente.

Uno de los riesgos potenciales para la cuenca en su integridad y con mayor prioridad para los lugares más afectados por la contaminación, es la eutrofización<sup>101</sup> del cuerpo de agua. La eutrofización es un proceso que se da en la naturaleza por la movilización de nutrientes, sin embargo en las últimas décadas se ha producido un proceso de eutrofización en grandes dimensiones como consecuencia de la actividad humana. Es un efecto de la contaminación orgánica, es el incremento de la producción primaria en el agua por el aporte de nutrientes

---

<sup>101</sup> «Contaminación ambiental y cultural en el lago Titicaca: estado actual y perspectivas», Francisco E. Fontúbel, 2008; tesis de maestría «Evaluación de las condiciones tróficas en la bahía de Aygachi del lago Titicaca», Ing. Dipl. Luis Ricardo Vega Ríos, Universidad Mayor de San Andrés, 2004.

principalmente nitrógeno y fósforo, de ahí que deriva el nombre del griego «*eutrophos*» que significa «bien alimentado».

La eutrofización que puede suceder en la zona de estudio es denominada cultural debido a que proviene principalmente de los aportes aguas residuales producto de la actividad antrópica.

El proceso de eutrofización pasa por tres etapas principales: eutrofización a corto plazo, mediano plazo y largo plazo, definidas en función de la degradación del ecosistema, la cantidad de nutrientes, la pérdida de biodiversidad y el cambio en la dinámica de productores primarios.

Una *eutrofización a corto plazo* se produce cuando el aporte de nutrientes es reciente, no existen efectos apreciables en el ecosistema ya que el medio tiene la capacidad de absorber y metabolizar (resiliencia y resistencia) esos nutrientes sin afectar su funcionamiento aunque es posible que se produzcan modificaciones en la biodiversidad y en los procesos biogeoquímicos.

Una *eutrofización a mediano plazo* se produce cuando el aporte de nutrientes se mantiene por más tiempo, los procesos iniciados en la fase anterior se ven seguidos por otros más importantes como la aparición de especies invasoras características de los procesos eutróficos que aprovechan el exceso de nutrientes y el espacio dejado por especies que desaparecieron o que están en proceso de desaparición.

Una *eutrofización a largo plazo* se produce cuando los procesos de eutrofización se prolongan, los aspectos antes mencionados entran en la recta final, generándose una desestabilización total del ecosistema logrando que la diversidad de las comunidades quede reducida a pocas especies o en algunas casos a ninguna, de acuerdo al grado de contaminación, quedando sólo en la superficie macrófitas flotantes y pocas especies de fitoplancton sobrevivientes que toman oxígeno y dióxido de carbono de la superficie, ya que la anoxia del medio habría eliminado a la totalidad de las especies aeróbicas sumergidas. La mayor parte de la fauna desaparece.

## **7. CAUSAS Y RECOMENDACIONES.**

Las causas representan la razón o motivo por el cual ocurrió el problema reflejado en la condición, y por consiguiente de lo establecido en el efecto.

La norma de Auditoría Ambiental 244 relativa a la evidencia, en su novena aclaración, y el Manual para ejecutar Auditorías Ambientales, aprobado mediante Resolución N.º CGE/166/2013 del 31 de diciembre de 2013, que hace referencia a esta norma, establecen que las «causas» deben ser confirmadas con el sujeto de examen. La confirmación mencionada puede permitir la complementación de las causas, siempre y cuando se obtenga evidencia de sustento necesaria.

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 se procedió 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.

Se realizaron gestiones con el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego<sup>102</sup> para tratar aspectos relacionados con el texto de las recomendaciones referidas a la clasificación de cuerpos de agua y al Plan Director de la cuenca del río Guadalquivir; con EMAGUA<sup>103</sup> se trataron aspectos relacionados con el texto de la recomendación referida a los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las comunidades de Uriondo y Padcaya y con el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico<sup>104</sup>, se gestionaron aspectos relacionados con el texto de las recomendaciones referidas a la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Tarija.

Asimismo, se recibió mediante correo electrónico las sugerencias y comentarios del Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, de COSSALT y del Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya<sup>105</sup>.

Cabe aclarar que el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo informó estar de acuerdo con el texto de todas las recomendaciones formuladas a esta entidad. No llegó ninguna sugerencia de parte del Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, ni de la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN). Respecto del municipio de Uriondo cabe señalar que si bien la entidad no se manifestó, se modificó una de las recomendaciones formuladas a esta entidad, relacionada con los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en las comunidades de San Antonio, Calamuchita y Chocloca, a raíz de las sugerencias y observaciones presentados por EMAGUA.

A partir de las reuniones de aclaración con las diferentes entidades, así como las sugerencias y comentarios enviados vía correo electrónico, se realizaron modificaciones a los textos de las recomendaciones que emanaron de las siguientes causas relacionadas con: la clasificación de agua del río Guadalquivir; sobre las industrias que vierten sus efluentes al alcantarillado sanitario que no han sido clasificadas por COSAALT empleando criterios

---

<sup>102</sup> Reunión realizada en fecha 16 de agosto de 2016. Cabe aclarar que se continuó coordinando sobre el tema a través de conversaciones telefónicas, el viceministerio hizo llegar su última sugerencia de manera oficial en fecha 20 de septiembre de 2016 a través de la nota MMAyA/VRHR n.º 120/2016.

<sup>103</sup> Reunión realizada en fecha 19 de agosto de 2016.

<sup>104</sup> Reunión realizada en fecha 23 de agosto de 2016.

<sup>105</sup> Correo electrónico enviado por la Gobernación de Tarija en fecha 23 de agosto de 2016, que incluía las observaciones, comentarios y sugerencias del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y de COSAALT. Correos electrónicos enviados por la Gobernación de Tarija en fechas 24 de agosto de 2016 y 12 de septiembre de 2016, con sugerencias específicas en los temas de las plantas de tratamiento de aguas para la ciudad de Tarija. Correo electrónico recibido en fecha 29 de agosto de 2016 por el gobierno autónomo municipal de Padcaya, que no incluyó ninguna observación específica sobre el texto de las recomendaciones, ni complementaciones a las causas identificadas, fueron más bien comentarios que por su contenido no fueron de aplicabilidad en esta fase de la auditoría.

técnicos asociados a los efluentes industriales; respecto de los límites permisibles para la descarga de aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado sanitario, también a cargo de COSAALT; sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en las comunidades de San Antonio, Calamuchita y Chocloca en el municipio de Uriondo, y las comunidades de Cañas y Chaguaya en el municipio de Padcaya que no fueron considerados en ningún estudio, programa y/o proyecto; sobre las plantas de tratamiento colapsadas (Tarija); sobre el tema de la existencia de documentos incipientes que no han sido de utilidad y/o aplicabilidad en la gestión integral de la cuenca, específicamente relacionado con el Plan Director y sobre el crecimiento poblacional en el municipio de Tarija y la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario.

En casi todos los casos se modificaron partes del texto de las recomendaciones a partir de las sugerencias vertidas, que fueron consideradas razonables para su inclusión respecto del inicialmente presentado. En el caso de la clasificación y categorización de descargas industriales por parte de COSAALT, la causa fue complementada a partir de datos proporcionados en las sugerencias enviadas por la cooperativa, lo que dio lugar a modificar el texto de las recomendaciones formuladas inicialmente, y también fueron tomadas en cuenta en el texto de las recomendaciones de la causa relacionada con los límites permisibles para la descarga de aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado sanitario, también a cargo de COSAALT

El nuevo texto de las recomendaciones modificadas, fue remitido a las entidades para su conocimiento, asimismo, a quienes no emitieron ninguna observación, se les comunicó que las recomendaciones no se modificaron, por lo que se mantuvo el texto inicialmente dado a conocer<sup>106</sup>. A partir de lo señalado a continuación presentamos en detalle todas las causas identificadas asociadas a la condición del hallazgo de los objetivos específicos 1 y 2 y el texto final de las recomendaciones, que fueron formuladas en directa correspondencia a las causas, con el fin de que permitan su eliminación y/o minimización.

### **7.1 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

---

<sup>106</sup> Al Gobernador de Tarija, mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-108/2016 del 06 de septiembre de 2016, al Alcalde del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-109/2016 del 06 de septiembre de 2016, al Alcalde del Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-110/2016 del 06 de septiembre de 2016, al Alcalde del Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-111/2016 del 06 de septiembre de 2016, al Alcalde del Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya mediante faxes CGE/SCAT/GAA/F-112/2016 del 06 de septiembre de 2016 y CGE/SCAT/GAA/F-121/2016 del 14 de septiembre de 2016, al Viceministro de Agua Potable y Saneamiento Básico mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-113/2016 del 06 de septiembre de 2016, al Viceministro de Recursos Hídricos y Riego mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-114/2016 del 06 de septiembre de 2016 que luego fue ajustado y validado por esta autoridad a través de la nota MMAyA/VRHR n.º 120/2016 del 20 de septiembre de 2016, al Gerente General de COSAALT mediante faxes CGE/SCAT/GAA/F-115/2016 del 06 de septiembre de 2016 y CGE/SCAT/GAA/F-119/2016 del 15 de septiembre de 2016, al Director General de EMAGUA mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-116/2016 del 06 de septiembre de 2016, al Director Ejecutivo de la OTN mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-124/2016 del 22 de septiembre de 2016.



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.*

Por su parte, el artículo 10 del RMCH señala que una de las atribuciones de la Gobernación 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 gobiernos municipales, 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.

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<sup>107</sup> a las entidades involucradas (MMAyA, la Gobernación de Tarija y los gobiernos municipales de Tarija, San Lorenzo, Uriondo y Padcaya) sobre las gestiones realizadas para clasificar las aguas del río Guadalquivir y sus afluentes. La información proporcionada se expone a continuación.

*Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego.*

Sobre el tema, el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego informó<sup>108</sup> que no recibió la propuesta de clasificación del río Guadalquivir por parte de la Gobernación de Tarija, sin

<sup>107</sup> Mediante las siguientes notas: al Ministerio de Medio Ambiente y Agua CGE/SCAT/GAA/154/2016 recibida el 20 de abril de 2016, a la Gobernación de Tarija CGE/SCAT/GAA/401/2015 recibida el 04 de septiembre de 2015, al Gobierno Autónomo municipal de San Lorenzo CGE/SCAT/GAA/121/2016 recibida el 08 de abril de 2016, al Gobierno Autónomo municipal de Tarija CGE/SCAT/GAA/120/2016 recibida el 05 de abril de 2016, al Gobierno Autónomo municipal de Uriondo CGE/SCAT/GAA/122/2016 recibida el 08 de abril de 2016 y al Gobierno Autónomo municipal de Padcaya CGE/SCAT/GAA/123/2016 recibida el 06 de abril de 2016.

<sup>108</sup> Mediante nota MMAyA/VRHR N° 0517/2016 recibida el 25 de mayo de 2016.

embargo señalaron que tienen conocimiento del trabajo realizado por la Dirección de Calidad y Servicios Ambientales de la Secretaría Departamental de Medio Ambiente y Agua de la Gobernación de Tarija, referido al monitoreo de agua de los ríos Pilcomayo, Guadalquivir, Bermejo y río Grande de Tarija del departamento de Tarija, donde se consideró la clasificación de estos cuerpos de agua.

Añadieron que para facilitar el proceso de clasificación de los cuerpos de agua a nivel nacional, el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego en coordinación con el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal, están elaborando una guía técnica que posteriormente será difundida en talleres regionales y departamentales.

Entre las gestiones ya realizadas, el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego informó que en noviembre de 2013 la Dirección General de Cuencas y Recursos Hídricos<sup>109</sup> llevó a cabo en la ciudad de Tarija el «Taller para la construcción de la metodología de clasificación de cuerpos de agua», con la participación de la OTN – PB, la Unidad Técnica de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (UTEPTAR), la Gobernación de Tarija, el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, y la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT), entre las entidades de mayor importancia. El objetivo general del taller fue la elaboración de manera conjunta de una propuesta metodológica para la clasificación de cuerpos de agua en el marco de la Ley 1333.

Entre los objetivos específicos del taller se encontraba el diagnóstico del avance de la clasificación de cuerpos de agua en el departamento de Tarija realizado por la Gobernación y los gobiernos municipales e intercambiar experiencias de los trabajos realizados en torno al tema. En el taller, la Gobernación expuso el proyecto «Monitoreo del agua de los ríos del departamento de Tarija II – año 2007» en las cuencas Pilcomayo, Bermejo y Grande de Tarija (el río Guadalquivir es parte de la cuenca Bermejo). De la misma forma, COSAALT presentó una exposición sobre la identificación de las fuentes contaminantes del río Guadalquivir y el monitoreo realizado en los años 2004, 2005 y 2006, en 5 puntos, dentro la jurisdicción del municipio de Tarija. Los resultados clasificaron al río Guadalquivir con clase B entre Obrajes y en el puente San Martín y clase C desde el puente Bolívar hasta el Temporal. La municipalidad de Tarija no expuso tema alguno en el taller.

Las conclusiones del taller estuvieron orientadas a modificar y complementar aspectos señalados en el RMCH, en estas no se consideró ningún aspecto asociado a la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir que puedan ser realizadas por la Gobernación y/o el municipio de Tarija.

#### *Gobierno Autónomo Departamental de Tarija.*

---

<sup>109</sup> Información proporcionada por el VRHR mediante nota MMAyA/VRHR N° 0987/2015 recibida el 16 de septiembre de 2015, como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/403/2015 recibida el 02 de septiembre de 2015.

La Gobernación de Tarija proporcionó<sup>110</sup> el proyecto «Monitoreo el aguas de los ríos del departamento de Tarija II – año 2007», elaborado por la entonces Secretaría Departamental de Recursos Naturales y Medio Ambiente y su Unidad de Gestión y Calidad Ambiental el año 2008, el documento contiene los resultados del monitoreo de los principales ríos, afluentes y quebradas del departamento de Tarija, que incluye al río Guadalquivir. A partir de la evaluación de dichos resultados realizaron la clasificación de los cuerpos de agua de las cuencas del departamento, según su aptitud de uso, de acuerdo a la normativa ambiental vigente y una clasificación de acuerdo a su aptitud para riego de acuerdo a las normas americanas de Riverside.

Luego del análisis respectivo, el documento concluye que el río Guadalquivir y sus afluentes, ríos Tolomosa y Camacho, la quebrada Torrecillas y el lago San Jacinto clasificaron como clase D. Adicionalmente, en el proyecto realizaron la clasificación de la cuenca del Guadalquivir a partir de su aptitud de uso agrícola, determinando que en la mayor parte del curso, las aguas del río Guadalquivir y sus afluentes eran aptas para riego, excepto en el sector de la quebrada Torrecillas a la altura del puente de San Luis, donde las aguas del río debían ser utilizadas con precaución.

La Gobernación no proporcionó documentación alguna que respalde la presentación del proyecto «Monitoreo el aguas de los ríos del departamento de Tarija II – año 2007» como propuesta de clasificación de los cuerpos de agua del departamento de Tarija ante el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Al respecto, el MMAyA informó que están al tanto de la existencia de dicho documento, y que prevén que la propuesta de clasificación de cuerpos de agua estaría siendo complementada para cumplir con los requisitos señalados en el artículo 4 del RMCH. Sin embargo, dado el tiempo transcurrido, los resultados obtenidos en el monitoreo en el departamento de Tarija que datan del año 2007, ya no son representativos para una propuesta de clasificación de los cuerpos de agua del río Guadalquivir.

*Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.*

A la consulta de la Contraloría respecto de las gestiones realizadas por la municipalidad de San Lorenzo para clasificar los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir dentro su jurisdicción, la entidad informó<sup>111</sup> lo siguiente: *Se ha creado una unidad destinada al manejo y conservación de cuencas. En diciembre de 2015 culminó un convenio que el GAMSL había rubricado con EMAGUA para reforestación (planta un árbol cuida la madre tierra) con prioridad en las cuencas. En este momento se está a la espera de la renovación del convenio con el gobierno con similar programa.*

<sup>110</sup> A través de la nota S.D.R.N. YM.A./D.G.A./oa/399/15 que acompaña a la nota CITE: DESP. GOB/N°5160/2015 recibida el 12 de octubre de 2015, enviada para la autoría sobre contaminación atmosférica en Tarija.

<sup>111</sup> A través de la nota CITE OF DESP GAMSLN°188/2016 recibida el 25 de abril de 2016.

Lo señalado por el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo, no tiene relación con las gestiones que pudo realizar para la presentación de una propuesta de clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir dentro su jurisdicción a la Gobernación. Con estos antecedentes se pudo advertir que la municipalidad no trabajó en el tema.

*Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.*

A la consulta sobre las gestiones que estaba realizando la municipalidad de Tarija para clasificar los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir dentro su jurisdicción, esa entidad respondió<sup>112</sup> que están a la espera del Plan Departamental de Clasificación de cuerpos de agua. Lo señalado permitió inferir que el municipio tampoco ha trabajado en el tema.

*Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.*

Esta entidad no dio respuesta<sup>113</sup> 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.

*Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya.*

La Municipalidad de Padcaya<sup>114</sup> informó que no están realizando ninguna acción para clasificar los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir dentro su jurisdicción.

De la información recabada, se pudo advertir que el río Guadalquivir no se encuentra clasificado, es por ello que para realizar la presente auditoría se tuvo 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 obtenidos han permitido determinar que la calidad de las aguas del río Guadalquivir ya no responde 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, 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.

---

<sup>112</sup> Mediante nota DESP. G.A.M.T. CITE N° 555/2016 recibida el 22 de abril de 2016.

<sup>113</sup> A través de la nota CITE. G.A.M.U. 0177/2016 recibido el 03 de mayo de 2016.

<sup>114</sup> Mediante nota GAMP/CITE DESP. RCVF/Nro 298/2016 recibido el 25 de abril de 2016.

En ese entendido, en el marco de las disposiciones normativas referidas a la clasificación de los cuerpos de agua se plantearon las siguientes recomendaciones.

**Al Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.**

*Recomendación 1.1 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.*

**Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 1.2 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.*

**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.*

**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.*

**Al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija.**

*Recomendación 1.5 Proponer al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, en el menor plazo posible, la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, a partir de las propuestas presentadas por los Gobiernos Autónomos Municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya. Para ello deberá coordinar de manera permanente con estos gobiernos municipales y con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, hasta lograr la clasificación de los cuerpos de agua de dicha cuenca.*

**Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua.**

*Recomendación 1.6 Aprobar, en el menor plazo posible, la propuesta de clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, presentada por el Gobierno*



*Autónomo Departamental de Tarija, en el marco de lo señalado en el inciso e) del artículo 9 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), para ello, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua deberá coordinar de manera permanente con la Gobernación de Tarija hasta lograr la clasificación de dicha cuenca.*

## **7.2 Causa 2 - ausencia de acciones de control a las actividades industriales que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones, por parte de las instancias ambientales municipales.**

El Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM) señala que las instancias ambientales municipales deben ejercer funciones de seguimiento e inspección a las actividades industriales dentro su jurisdicción municipal, así como registrarlas, categorizarlas y revisar los instrumentos de regulación de alcance particular de las industrias de categoría 1, 2 y 3. Deben aprobar o rechazar los instrumentos de regulación a esta última categoría y expedir su respectivo Certificado de Aprobación. Asimismo, deben revisar y procesar los Informes Ambientales Anuales.<sup>115</sup>

Cabe recordar que la presentación del Informe Ambiental Anual implica realizar el seguimiento al cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, donde la industria plantea la prevención, la mitigación, el control y la corrección de los posibles efectos o impactos negativos causados en el desarrollo de su actividad industrial.<sup>116</sup>

Dentro la zona de estudio de la auditoría, la actividad industrial se centró básicamente en los municipios de Tarija y San Lorenzo y la condición detectada respecto de la causa identificada en estos municipios dio cuenta de lo siguiente.

### *Municipio de Tarija.*

Para verificar las acciones de control y seguimiento por la instancia ambiental del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija a las actividades industriales, se solicitó a esta entidad información sobre las actividades cuyos procesos productivos podrían generar efluentes líquidos y que según el Registro Ambiental Industrial fueron clasificadas en las categorías 2 y 3 entre los años 2008 y 2015<sup>117</sup>.

Complementariamente a los Registros Ambiental Industriales (RAI) y los Informes Ambientales Anuales (IAA), se solicitó las actas de inspección realizadas por la Instancia Ambiental del Municipio a las actividades industriales que presentaron los citados informes en el periodo evaluado. Al respecto, debemos señalar que la municipalidad no proporcionó ningún acta de inspección, por lo que se deduce que esa entidad no ha realizado ninguna inspección entre los años 2008-2015 para verificar los avances a los compromisos señalados en el Plan de Manejo Ambiental de estas industrias, más aún cuando los reportes

<sup>115</sup> Señalado en los incisos d, e, f, g, h y k del artículo 10 del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero.

<sup>116</sup> Según lo señalado en el anexo 7 del RASIM.

<sup>117</sup> Mediante nota DESP. G.A.M.T.CITE N° 555/2016 como respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/120/2016.

de laboratorio de las descargas líquidas de las industrias presentados junto a los IAA, indicaron que existían parámetros que estaban fuera de los límites permisibles señalados en el anexo 13-C del RASIM.

*Municipio de San Lorenzo.*

Análogamente al caso anterior, se solicitó información a la municipalidad de San Lorenzo, sobre las actividades industriales registradas en esta jurisdicción entre los años 2008 y 2015<sup>118</sup>. La documentación recabada dio cuenta de la existencia de dos actividades que pertenecen a la categoría 3 y de estas sólo una presentó su Informe Ambiental Anual, cuyo reporte de laboratorio de descargas líquidas mostró que estas superaban los límites permisibles del RASIM.

De la misma forma que en Tarija, la Contraloría solicitó las actas de inspección que pudo realizar la instancia ambiental municipal de San Lorenzo a estas actividades industriales en el periodo de evaluación. Sin embargo la entidad no presentó documentación alguna que evidencie la realización de alguna inspección, lo que permite señalar que esa instancia no realizó acciones de control y seguimiento a las medidas de adecuación comprometida por esa industria.

Lo expuesto dio cuenta de que a pesar de que los análisis de laboratorio de las descargas industriales mostraron incumplimiento a los límites permisibles señalados en el anexo 13-C del RASIM, no existe evidencia de que las instancias ambientales de Tarija y San Lorenzo, hayan realizado inspección alguna, como parte de las acciones de control y vigilancia que deben ejecutar, para evitar los impactos ambientales inherentes.

Al respecto, los artículos 116 y 117 del RASIM, establecen que la instancia ambiental municipal debe efectuar inspecciones programadas a las unidades industriales con base en el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) del Plan de Manejo Ambiental (PMA) y la revisión del Informe Ambiental Anual, para verificar lo estipulado en dichos documentos.

Es importante denotar que la falta de Licencia Ambiental se convierte en una limitante para que la instancia ambiental municipal realice inspecciones a las medidas de mitigación comprometidas por las industrias. Ante esta situación y las deficiencias identificadas se recomienda lo siguiente.

**Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 2.1 Realizar las inspecciones programadas a las actividades industriales con categoría 1, 2 y 3 que cuentan con Licencia Ambiental, tomando muestras*

---

<sup>118</sup> Mediante nota CITE OF DESP GMSLN°188/2016 recibida el 25 de abril de 2016, como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/121/2016, recibida el 08 de abril de 2016.

*representativas de los efluentes industriales (de acuerdo a lo establecido en los artículos 117 y 119 del RASIM), para verificar el cumplimiento a lo señalado en el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) del Plan de Manejo Ambiental y lo reportado en los automonitoreos presentados en los respectivos Informes Ambientales Anuales.*

A fin de que las acciones de control, a realizar por la instancia ambiental municipal, tengan un alcance mayor abarcando a aquellas industrias que todavía no cuentan con su Licencia Ambiental, se formula la siguiente recomendación.

*Recomendación 2.2 Realizar el seguimiento a las industrias que aún no cuentan con la Licencia Ambiental, entendida como Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA), Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) o Certificado de Aprobación, para que la obtengan en el menor tiempo posible, de acuerdo a los procedimientos establecidos en la normativa aplicable.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.**

*Recomendación 2.3 Realizar las inspecciones programadas a las actividades industriales con categoría 1, 2 y 3 que cuentan con Licencia Ambiental, tomando muestras representativas de los efluentes industriales (de acuerdo a lo establecido en los artículos 117 y 119 del RASIM), para verificar el cumplimiento a lo señalado en el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) del Plan de Manejo Ambiental y lo reportado en los automonitoreos presentados en los respectivos Informes Ambientales Anuales.*

A fin de que las acciones de control, a realizar por la instancia ambiental municipal, tengan un alcance mayor abarcando a aquellas industrias que todavía no cuentan aún con su licencia ambiental, se formula la siguiente recomendación.

*Recomendación 2.4 Realizar el seguimiento a las industrias que aún no cuentan con la Licencia Ambiental, entendida como Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA), Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) o Certificado de Aprobación, para que la obtengan en el menor tiempo posible, de acuerdo a los procedimientos establecidos en la normativa aplicable.*

Asimismo, no podemos excluir de las acciones de control a las actividades industriales categoría IV, toda vez que estas representan en promedio más del 80% de la actividad industrial que opera en los municipios de Tarija y San Lorenzo. Las siguientes tablas contienen datos sobre las actividades industriales con categoría IV registradas en cada gestión, entre los años 2008 y 2015, en los municipios de Tarija y San Lorenzo.

**Actividades industriales categoría IV registradas en el municipio de Tarija**

**Tabla 7.1**

<b>Año</b>	<b>N.º actividades industriales registradas</b>	<b>N.º actividades industriales categoría IV</b>	<b>% actividades industriales categoría IV</b>
2008	13	13	100
2009	16	16	100
2010	56	51	91
2011	75	62	83
2012	92	71	77
2013	78	71	91
2014	44	41	93
2015	33	28	85

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por el GAMT.

**Actividades industriales categoría IV registradas en el municipio de San Lorenzo**

**Tabla 7.2**

<b>Año</b>	<b>N.º actividades industriales registradas</b>	<b>N.º actividades industriales categoría IV</b>	<b>% actividades industriales categoría IV</b>
2008	0	0	0
2009	2	2	100
2010	0	0	0
2011	3	3	100
2012	3	2	67
2013	1	1	100
2014	2	2	100
2015	6	5	83

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por el GAMS LT.

El porcentaje de actividades industriales con categoría IV respecto de toda la actividad del sector, indica que la mayor parte de las industrias que operan en el municipio están exentas de cumplir con los Instrumentos de Regulación de Alcance Particular, pero no así de los Instrumentos de Regulación de Alcance General que comprende de manera integral a todas las actividades industriales, incluidas las categorías IV. Al respecto el capítulo III del título III del RASIM señala que son de prioritaria atención y control, todas las actividades industriales que pueden contaminar el medio hídrico, particularmente las fuentes que a partir de sus procesos generan residuos líquidos, que empleen procesos térmicos que utilicen agua, que viertan o derramen líquidos y las que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones de limpieza de materias primas, equipos y ambientes<sup>119</sup>.

Al respecto el reglamento señala que las industrias deben realizar esfuerzos de prevención y control de la contaminación que puedan generar sus descargas, implementando medidas de producción más limpia y realizando sus automonitoreos, estas acciones deben reflejarse en los diferentes Instrumentos de Regulación de Alcance Particular que para el caso de las industrias con categoría IV llega a ser la renovación del Registro Ambiental Industrial

<sup>119</sup> Incisos a, b, c y d del artículo 71 del RASIM.

(RAI)<sup>120</sup> (aplicable en los casos establecidos en los artículos 24 y 27 del RASIM), que es el instrumento que debe emplear la Instancia Ambiental del Gobierno Municipal para llevar a cabo el respectivo control.

Si bien cada industria que obtiene categoría IV es considerada como de menor riesgo de contaminación, el conjunto de todas genera un impacto sinérgico que sí es de magnitud, y dado que más del 80% de las industrias en los municipios de San Lorenzo y Tarija pertenecen a esta categoría, se considera pertinente la aplicación de las medidas de control a través de los Instrumentos de Regulación de Alcance General. En este entendido se recomienda lo siguiente.

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 2.5 Verificar los esfuerzos para controlar la contaminación que puedan generar las descargas líquidas de las industrias con categoría IV, a través de un seguimiento y evaluación de la información contenida en el Registro Ambiental Industrial (RAI) y en sus respectivas renovaciones, así como en sus automonitoreos.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.**

*Recomendación 2.6 Verificar los esfuerzos realizados por las industrias con categoría IV para controlar la contaminación que puedan generar sus descargas líquidas, a través de un seguimiento y evaluación de la información contenida en el Registro Ambiental Industrial (RAI), en sus respectivas renovaciones, así como en sus automonitoreos.*

### **7.3 Causa 3 - ausencia de acciones de control por parte del Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, a las plantas de tratamiento de aguas residuales y a las industrias a través de la verificación de los procedimientos técnico-administrativos de las instancias ambientales municipales.**

En el desarrollo de la auditoría se pudo evidenciar falencias en las acciones que realiza la Gobernación respecto de las atribuciones que le asignan el Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM) y el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH).

Una de las atribuciones que el RASIM le otorga a la Gobernación es verificar el cumplimiento de los procedimientos técnicos y administrativos de los gobiernos municipales (inciso a del artículo 10). Al respecto la Contraloría formuló<sup>121</sup> consultas a la Gobernación sobre su accionar en los municipios de Tarija y San Lorenzo.

---

<sup>120</sup> Artículos 72 y 75 del RASIM.

<sup>121</sup> Recibida mediante nota CITE: S.R.N. y M.A./PAP/gad/191/2016 el 22 de abril de 2016, como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/119/2016 recibida el 05 de abril de 2016.



La Gobernación informó que en el marco del artículo 76 del RASIM<sup>122</sup>, remitió notas a las actividades industriales que se encuentran ubicadas en los municipios de Tarija y San Lorenzo solicitando que realicen el trámite respectivo para obtener la autorización del permiso de descarga de efluentes en ríos.

Sobre lo señalado por esa entidad, es importante aclarar que si bien el RASIM establece que la instancia ambiental de la Gobernación debe autorizar la descarga de efluentes de las industrias a los cuerpos de agua bajo determinadas circunstancias, esta acción no corresponde a la verificación del cumplimiento de los procedimientos técnico y administrativos de los gobiernos municipales, establecidos en el RASIM.

Los procedimientos técnico administrativos están referidos, por ejemplo, al registro y categorización de las actividades industriales, a la revisión de los Instrumentos de Regulación de Alcance Particular (IRAP) de las industrias categoría 1, 2 y 3, a la otorgación de los Certificados de Aprobación de las categoría 3 y a la revisión de los IAA, entre otros. En ese entendido, a partir de la respuesta emitida por la Gobernación se colige que esa entidad no ha realizado acción alguna para verificar el cumplimiento de los procedimientos técnico administrativos por parte de las instancias ambientales de los municipios de Tarija y San Lorenzo.

Por otro lado, de la revisión de la documentación remitida por la Gobernación, se pudo observar que esa entidad realizó inspecciones a algunas actividades industriales que se encuentran en el departamento de Tarija. En el municipio de San Lorenzo, realizó inspecciones a la faenadora de pollos Rico Pollo, Lacteosbol y Matadero Municipal de San Lorenzo, en fecha 24 de abril de 2014; en el municipio de Tarija, realizó visitas a las curtiembres San Lorenzo y San Juan, al matadero municipal y a los hoteles Los Parrales y Viña del Sur. Dichas inspecciones estaban destinadas al muestreo de sus efluentes para otorgar el permiso de descarga.

Es importante mencionar que la Gobernación no realiza inspecciones a las actividades industriales, ya que en el marco del RASIM (inciso k del artículo 11) esa función le corresponde a las instancias ambientales de los gobiernos municipales, que son quienes deben realizar inspecciones programadas, por denuncia y de oficio a las industrias con categoría 1, 2 y 3.

La Gobernación debe realizar inspecciones a las Actividades Obras o Proyectos (AOP) que no se encuentran regidas por el RASIM, es decir a aquellas actividades que no involucran operaciones y procesos de transformación de materias primas, insumos y materiales, como por ejemplo, las plantas de tratamiento de aguas residuales.

---

<sup>122</sup> Artículo 76: las industrias tienen las siguientes posibilidades para disponer sus descargas: a) conectarse a un sistema de alcantarillado autorizado para descargas industriales (...); b) transportar a una planta de tratamiento (...) y c) descargar a un cuerpo de agua superficial en un volumen menor o igual a un quinto (1/5) del caudal promedio del río o arroyo en época de estiaje, cuando cumple con el anexo 13-A, previa autorización de la instancia ambiental departamental (...).

Al respecto, la Gobernación realizó inspecciones a las plantas de tratamiento de aguas residuales de Tarija (San Luis), San Lorenzo y Uriondo, sin embargo el fin de estas acciones estaba destinado sólo a emitir autorización de sus descargas.

Por otro lado, las inspecciones que la Gobernación debe realizar a las AOP deben estar enmarcadas en los artículos 13 y 122 del RMCH y RPCA respectivamente<sup>123</sup>. En dichos reglamentos, así como en el RASIM, no figuran las inspecciones para la otorgación de permisos de descarga. La autorización para descargar efluentes en cuerpos de agua, estará incluida en la Licencia Ambiental, de acuerdo a lo establecido en el artículo 16 del RMCH.

En ese entendido, la información proporcionada por la Gobernación dio cuenta de que no existen antecedentes de que su instancia ambiental haya realizado inspecciones a las plantas de tratamiento de aguas residuales para verificar las medidas establecidas en la respectiva licencia ambiental.

En consecuencia podemos colegir que las acciones de control realizadas por la gobernación por una parte, no contemplaron la verificación de los procedimientos técnico administrativos de los municipios de Tarija y San Lorenzo (donde existe actividad industrial), y por otra, no realizaron inspecciones a las plantas de tratamiento de aguas residuales que operan en la zona de estudio, para llevar a cabo el control y fiscalización de estas actividades y el seguimiento, vigilancia y control de las medidas establecidas en su licencia ambiental.

En contraposición, la gobernación realizó inspecciones a las actividades industriales que se encuentran regidas por el RASIM cuando ésta no es una atribución que directamente le compete. Por todo lo expuesto a fin de anular o minimizar la causa identificada, se recomienda lo siguiente.

### **Al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija.**

***Recomendación 3.1** Verificar los procedimientos técnico-administrativos de las instancias ambientales de los municipios de Tarija y San Lorenzo, de acuerdo a lo establecido en el inciso a) del artículo 10 del RASIM, a fin de asegurar el cumplimiento de las disposiciones normativas respecto del control y seguimiento a las actividades industriales con categorías 1, 2 y 3, que generan efluentes líquidos producto de sus operaciones.*

***Recomendación 3.2** Realizar inspecciones de control, vigilancia y seguimiento a las plantas de tratamiento de aguas residuales de Tarija, San Lorenzo y Uriondo, así como a los sistemas de tratamiento de aguas residuales construidos en las comunidades de San*

---

<sup>123</sup> Artículo 13 (RMCH): la Autoridad Ambiental Competente realizarán inspecciones sistemáticas de acuerdo al RPCA. Las inspecciones incluirán monitoreo de las descargas de aguas residuales crudas o tratadas para verificar si los informes de caracterización a los que hace referencia el RMCH son representativos de la calidad de las descargas. Artículo 122 (RPCA): La Autoridad Ambiental Competente, en coordinación con los Organismos Sectoriales Competentes, realizará el seguimiento, vigilancia y control a las medidas establecidas en la DIA y la DAA. Los Gobiernos Municipales efectuarán inspecciones de manera concurrente en el área de su jurisdicción territorial (...)

*Antonio, Chocloca y Calamuchita en el municipio de Uriondo y de las comunidades de Cañas y Chaguaya en el municipio de Padcaya, a fin de autorizar, a través de la Licencia Ambiental, la descarga de sus efluentes a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir; y hacer el seguimiento a la calidad del cuerpo de agua receptor, a través de un monitoreo semestral en observancia a lo dispuesto en el artículo 30 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.*

**7.4 Causa 4 - la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija, no cuenta con un registro completo de generadores de efluentes industriales que descarguen a las redes sanitarias o vaciaderos habilitados dentro su área de concesión.**

La causa identificada está basada en la diferencia que existe entre el número de industrias que emplean el sistema de alcantarillado para eliminar sus efluentes, registradas por la Instancia Ambiental del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y la cantidad de industrias con servicio de alcantarillado sanitario registradas por COSAALT, entre los años 2008 y 2015.

Al respecto, el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica señala que las empresas que brindan servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado deben elaborar listas en formas de planillas de las industrias que descargan a sus colectores, con información referida a las características de sus descargas<sup>124</sup>.

Para el caso de la presente auditoría se verificó si COSAALT cuenta con registros de industrias y como referencia se coligió esta información con la del Gobierno Autónomo Municipal a través de los Registros Ambientales Industriales (RAI) existentes dentro la jurisdicción del municipio de Tarija, que reporta el lugar de descarga de los efluentes que genera la actividad.

La siguiente tabla presenta datos cuantificados de las industrias registradas anualmente por COSAALT y las que a través del RAI (información de la municipalidad de Tarija) reportan la descarga de sus efluentes a la red de alcantarillado sanitario.

**Industrias registradas con servicio de alcantarillado sanitario entre los años 2008-2015**

**Tabla 7.3**

Fuente de información	Gestión							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
COSAALT	24	27	29	31	31	33	33	36
RAI, GAMT	-	-	-	18	46	62	73	76

Fuente: COSAALT, GAMT.

<sup>124</sup> Artículo 22 del RMCH.

Cabe aclarar que la municipalidad no proporcionó información para las gestiones 2008-2010 que permita identificar el lugar de disposición de los efluentes de las actividades industriales en operación, por lo que los datos se remiten a las gestiones 2011-2015.

Comparando la información de los valores de la tabla, se puede observar que el número de industrias que emplean el servicio de alcantarillado, registradas por COSAALT, difiere de la cantidad registrada por la municipalidad de Tarija a través del RAI.

Asimismo, revisando la información de los reportes de COSAALT de las industrias monitoreadas por la cooperativa y coligiendo esta información con la base de datos del municipio, se pudo advertir que algunas industrias registradas por COSAALT no se encuentran dentro la base de datos proporcionada por la municipalidad, lo que implica que esta instancia tampoco cuenta con una base de datos completa sobre la actividad industrial que opera en el municipio.

Recordemos que COSAALT asume la responsabilidad del tratamiento de las aguas residuales de las industrias que descargan sus efluentes a su sistema de alcantarillado, por lo que es fundamental que cuente con un registro completo de las actividades industriales que emplean este servicio para eliminar sus efluentes, con la información necesaria, útil y actualizada para que pueda realizar un control efectivo a las descargas. Ante la situación identificada en la causa se recomienda lo siguiente.

#### **A la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija - Cosaalt Ltda.**

*Recomendación 4.1 Elaborar un registro completo de generadores de efluentes industriales que descarguen a las redes sanitarias. Para ello debe coordinar con la instancia ambiental del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija para intercambiar y actualizar información de manera permanente, respecto de la actividad industrial que opera dentro el área de concesión.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 4.2 Actualizar la base de datos de industrias que operan en su jurisdicción, para ello debe coordinar con la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija - COSAALT Ltda., a fin de intercambiar información de manera permanente sobre la actividad industrial.*

#### **7.5 Causa 5 - las industrias que vierten sus efluentes al alcantarillado sanitario no han sido clasificadas por COSAALT empleando criterios técnicos asociados a los efluentes industriales.**

De la revisión de la documentación proporcionada por COSAALT, relacionada con las actividades industriales registradas por esa instancia, se extractó lo siguiente.

- COSAALT clasifica a los usuarios en las siguientes categorías, de acuerdo al Régimen de Precios y Tarifas del Sistema de Regulación Sectorial de la AAPS:
  - *Categoría 1 doméstica*: necesidades domésticas
  - *Categoría 3 doméstica mínima*: servicio cortado.
  - *Categoría 4 (especial B)*: oficinas públicas, clínicas dentales, consultorios médicos, albergue, asilos y hospital general
  - *Categoría 5 especial*: universidades, hoteles, residenciales, alojamientos,
  - *Categoría 6 comercial*: almacenes, piscinas, saunas, **curtiembres**, pensiones, bancos, teatros, cines.
  - *Categoría 7-1, 7-2 y 7-3: industrias 1, 2 y 3* respectivamente, usuarios cuyo predio se usa para una actividad industrial, como fábricas de hielo, gaseosas, mosaicos, destilerías, estaciones de servicio y empresas constructoras.
  - *Categoría 10 pila pública*: los que no cuentan con instalaciones propias.

Las categorías 7-1, 7-2, y 7-3 agrupan a los usuarios cuyo predio se usa para una actividad industrial sin discriminar el tipo de operaciones que puede realizar y el tipo de residuos que puede generar, es más tampoco se encuentra definido el subtipo de categoría existente.

Nótese que dentro la categoría 6 se encuentran las curtiembres junto a almacenes, piscinas, saunas, pensiones, bancos, teatros y cines, lo que advierte la inexistencia de un criterio técnico basado en las características de las operaciones industriales en la clasificación presentada.

A la consulta realizada por la Contraloría<sup>125</sup> respecto de las consideraciones empleadas para otorgar las categorías 1, 2 y 3 a las industrias, el área comercial de COSAALT informó<sup>126</sup> que los rangos de consumo tanto de agua potable como de alcantarillado sanitario son similares para las tres categorías, así como los montos a cobrar para el sistema medido. Señalaron que a la categoría industrial I corresponden aquellas industrias como cerámicas y mercados grandes; a la categoría II las embotelladoras de refrescos, industrias de lácteos, bodegas de vino y la Cervecería Boliviana Nacional; y a la categoría III las lavanderías de vehículos.

La información remitida por el área comercial de COSAALT confirma que no emplean ninguna consideración técnica para la clasificación de las industrias, simplemente se basan en el sistema de medición para determinar los montos a cobrar por el consumo de agua potable y el uso del alcantarillado sanitario, por lo que para fines prácticos (tarifa) las tres categorías son iguales.

Sin embargo, se debe notar que COSAALT contaba con el «Reglamento técnico de lanzamiento de efluentes industriales al alcantarillado sanitario»<sup>127</sup>, cuyo artículo 15 establecía que las industrias conectadas al alcantarillado sanitario que aportan cargas

<sup>125</sup> A través de la nota CGE/SCAT/GAA/F-091/2016 de 07 de julio de 2016.

<sup>126</sup> Presentado mediante nota CITE OF. GG. N° 463/16 recibida el 15 de julio de 2016.

<sup>127</sup> Elaborado por la Cooperativa de Servicio de Agua y alcantarillado de Tarija, en el año 1998 en observancia a las disposiciones establecidas en el Contrato de Concesión suscrito con la entonces Superintendencia de Saneamiento Básico.



orgánicas variables, debe ser clasificadas por categoría tomando en cuenta el grado de contaminación que generan en materiales oxidables y compuestos inorgánicos y por la dificultad del tratamiento que representa.

Esta información muestra que COSAALT contaba con un instrumento para llevar a cabo una clasificación con criterio técnico de la actividad industrial que vierte sus efluentes a la red de alcantarillado, sin embargo, y de acuerdo a la evidencia recabada, esta entidad no aplicó su reglamento, por lo menos en lo que a la clasificación de industrias se refiere.

Sobre el tema, se recabó la Resolución Administrativa Regulatoria AAPS N.º 546/2014 del 05 de diciembre de 2014, emitida por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS) que, entre otros aspectos, aprueba la «Guía para la elaboración de procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos de Alcantarillado Sanitario», que otorgó un plazo de seis meses para que las EPSA a nivel nacional elaboren y aprueben sus propios procedimientos en base a la guía aprobada.

También, la señalada guía, define el contenido mínimo para la elaboración de los procedimientos correspondientes por parte de las EPSA. En el contenido mínimo establecido se encuentra el capítulo «Clasificación de los usuarios y Descargas» que establece cómo proceder con la clasificación y categorización de las descargas de actividades industriales que básicamente dependen de la concentración de ciertos parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de control y/o volúmenes de descarga. A pesar de que la resolución así como la guía elaborada datan del año 2014 y de que las EPSA tenían un plazo de seis meses para elaborar el respectivo documento, COSAALT no ha reportado ninguna acción que de cumplimiento a la mencionada disposición, por lo que no cuenta con este instrumento técnico para clasificar las descargas de las actividades industriales.

Por lo señalado, podemos colegir que COSAALT no ha empleado ni su «Reglamento técnico de lanzamiento de efluentes industriales al alcantarillado sanitario», y tampoco ha elaborado su «Procedimiento Técnico y Administrativo para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos de Alcantarillado Sanitario», aspecto que de haber sido cumplido e implementado, permitiría optimizar el control a las descargas industriales priorizando a las industrias más críticas respecto de otras industrias que requieren menos atención. En observancia a lo señalado se recomienda lo siguiente.

#### **A la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija - COSAALT Ltda.**

*Recomendación 5.1 Elaborar a la brevedad posible un Procedimiento Técnico y Administrativo para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos de Alcantarillado Sanitario, en observancia a la Resolución Administrativa Regulatoria AAPS N.º 546/2014 y a la guía que forma parte de este documento. En el procedimiento deben*

*determinar la forma de clasificar y categorizar las descargas industriales que se vierten a la red de alcantarillado que se encuentra bajo su administración.*

*Recomendación 5.2 A partir del Procedimiento Técnico y Administrativo para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos de Alcantarillado Sanitario, clasificar y categorizar a las industrias que vierten sus efluentes a la red de alcantarillado sanitario y operan dentro su área de concesión.*

**7.6 Causa 6 - los límites permisibles para la descarga de aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado sanitario, establecidos en los convenios suscritos, no son apropiados para las condiciones de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis.**

Los convenios para la provisión de servicios de alcantarillado sanitario industrial, firmados entre COSAALT y las actividades industriales que operan dentro el área de concesión de la cooperativa, señalan que ésta realizará un seguimiento a las aguas residuales procedentes de las industrias en forma mensual, mediante la toma de muestras para el análisis correspondiente en sus laboratorios.

En los convenios está establecido que COSAALT, a través de la red de alcantarillado y bajo su responsabilidad, transportará las aguas residuales de las actividades industriales a su planta de tratamiento para su respectivo procesamiento.

Asimismo, estos convenios fijan valores máximos de los parámetros monitoreados por COSAALT para establecer la tarifa mensual a ser cobrada a los establecimientos industriales por la descarga y el tratamiento de sus efluentes. La siguiente tabla muestra los valores máximos para descargas industriales que figuran en los convenios suscritos, respecto de los parámetros del anexo 13-C del RASIM<sup>128</sup>.

**Valor máximo permitido para descargas al sistema de alcantarillado sanitario que figuran en los convenios suscritos por COSAALT**

**Tabla 7.4**

Parámetro	Unidad	Límite permisible COSAALT	Límites anexo 13-C-RASIM
Temperatura	°C	40	±5*
pH	-	6,5 – 8,5	6-9
Sulfatos	mg/l	200	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l	300	80
DQO	mg/l	375	250
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	500	60
Aceites y grasas	mg/l	20	10
Nitrógeno total	mg/l	100	-
Arsénico	mg/l	1,5	1

<sup>128</sup> Disposición Transitoria Tercera del RAISM.

Parámetro	Unidad	Límite permisible COSAALT	Límites anexo 13-C-RASIM
Cadmio	mg/l	1,5	0,3
Cianuro	mg/l	0,5	0,2
Cobre	mg/l	1,5	1
Cromo <sup>+6</sup>	mg/l	1,5	0,1
Hidrocarburos totales	mg/l	ausente	-
Mercurio	mg/l	1,5	0,002
Níquel	mg/l	2	-
Plomo	mg/l	1,5	0,6
Sulfuros	mg/l	2	2
Zinc	mg/l	1,5	3

Fuente: Reglamento técnico sobre lanzamiento de efluentes industriales en el alcantarillado sanitario de COSAALT.

(\*)Rango de viabilidad en relación a la temperatura media del cuerpo receptor.

Para evaluar los parámetros de descargas de efluentes industriales a la red de alcantarillado, también es importante conocer la situación de la planta de tratamiento de aguas residuales. La PTAR de San Luis fue construida el año 1990 con una caudal de diseño de 756 m<sup>3</sup>/h para 91.000 habitantes, sin embargo, de acuerdo al información proporcionada por COSAALT, para el 2008 el caudal de ingreso llegó a 813 m<sup>3</sup>/h y la población en el área de concesión era de más de ciento ochenta mil habitantes, lo que significa que para ese año la planta superó su capacidad de tratamiento en casi un 8% y para el año 2015 ésta subió a más del 24%.

Dado que el caudal de diseño de la PTAR de San Luis ha sido superado, la capacidad de remoción de la contaminación también, por lo que los valores permitidos para las descargas de las industrias a su sistema de alcantarillado establecidos en los convenios suscritos, no son razonables dada la situación actual de la PTAR.

Al respecto, se ha revisado la «Guía para la elaboración de procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos de Alcantarillado Sanitario», aprobada mediante Resolución Administrativa Regulatoria AAPS N.º 546/2014 del 05 de diciembre de 2014 emitida por la AAPS. Este documento establece el contenido mínimo de los procedimientos a ser elaborados por las EPSA, siendo uno de ellos el capítulo «parámetros admisibles de descarga al alcantarillado sanitario y PTAR» que establece el procedimiento a seguir para que la EPSA desarrolle los parámetros de descargas industriales.

Esta misma guía, en su apéndice 1, señala que «en caso de que no exista suficiente capacidad de tratamiento, se empleará el cuadro 2 del anexo A del RMCH, sólo como una medida temporal hasta que la EPSA implemente o mejore el sistema de tratamiento». Cabe aclarar que los límites permisibles en el cuadro A-2 del RMCH para descargas líquidas son los mismos que se reflejan en el anexo 13-C del RASIM.

Hemos advertido que la planta de tratamiento de aguas de San Luis no tiene la capacidad de tratar efluentes industriales por lo que los parámetros de referencia para descargas industriales a la red de alcantarillado que forman parte de los convenios suscritos entre la cooperativa y las industrias, no son razonables. Asimismo, dada la resolución emitida por la AAPS y la guía de referencia para elaborar procedimientos técnicos y administrativos para descargas de efluentes industriales, se ve necesario que los parámetros de control establecidos como límites máximos deben ser modificados para que las descargas industriales que se vierten al sistema de alcantarillado no comprometan aún más la calidad de los efluentes de la planta que se vierten a la cuenca del río Guadalquivir. En ese entendido se recomienda lo siguiente.

**A la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija - COSAALT Ltda.**

*Recomendación 6.1 En tanto no exista un sistema de tratamiento de aguas residuales que funciones adecuadamente, modificar los valores de los límites máximos permisibles para descargas industriales al alcantarillado sanitario que figuran en los convenios suscritos y/o a suscribir con las industrias, por los establecidos en el anexo 13-C del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM), mientras no existan cuerpos de agua clasificados, cuando esto suceda los límites permisibles deben ser adecuados a los establecidos en el anexo 13-A del RASIM. Cuando se implemente o mejore el sistema de tratamiento de aguas residuales, los parámetros de descarga deben ser determinados según lo señalado en la «Guía para la elaboración de procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos de Alcantarillado Sanitario».*

**7.7 Causa 7 - COSAALT no ha suscrito convenios con todas las industrias que vierten sus efluentes a la red de alcantarillado y los monitoreos realizados no han sido suficientes para mejorar la calidad de los efluentes industriales.**

La presente causa está referida al hecho de que si bien COSAALT ha realizado el monitoreo a las actividades industriales cuyas descargas son eliminadas a su sistema de alcantarillado en observancia al convenio suscrito entre partes, estas acciones no han sido suficientes para mejorar la calidad de los efluentes.

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica señala<sup>129</sup> que los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado como las cooperativas, deben elaborar procedimientos técnicos y administrativos para establecer convenios con las industrias que descarguen sus aguas residuales crudas o tratadas en los colectores sanitarios de su propiedad o que estén bajo su control. Por tales convenios, dichas empresas de servicio asumen la responsabilidad del tratamiento de las aguas residuales, bajo las condiciones que considere necesarias.

---

<sup>129</sup> Artículo 14, incisos a y b.

Por su parte, el RASIM establece las posibilidades que tienen las industrias para disponer descargas, entre ellas está el transportarlas a una planta de tratamiento o a un punto de descarga de alcantarillado industrial autorizado, de acuerdo a contrato de descarga entre la industria y EPSA<sup>130</sup>.

El «Contrato para uso y aprovechamiento del recurso agua y concesión de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario»<sup>131</sup>, señala que COSAALT es responsable del monitoreo y análisis de las descargas de desagües industriales, que están identificados a la red cloacal. La frecuencia del muestreo es determinada por la empresa de servicios y debe permitirle definir si la descarga de efluentes industriales cumple con los requerimientos del RMCH<sup>132</sup>.

De la revisión de información proporcionada por COSAALT se observó que esta entidad suscribió convenios con algunas industrias que eliminan sus efluentes al sistema de alcantarillado, se cuantificó el número de convenios suscritos y se relacionó con el número de industrias registradas por la cooperativa, los datos figuran en la siguiente tabla.

**Industrias con convenio respecto de industrias registradas - datos COSAALT**

**Tabla 7.5**

N.º industrias con convenio/N.º industrias registradas conectadas a la red 2008	N.º industrias con convenio/N.º industrias registradas conectadas a la red 2015
2/24	8/36

Fuente: COSAALT.

Los datos advierten que el número de industrias con convenio suscrito vigente para eliminar sus efluentes era aproximadamente el 8% para el año 2008 y para el año 2015 no superó el 25% de las industrias registradas. Lo que implica que la cooperativa desconoce el tipo de contaminantes que vierten a los colectores de la red de alcantarillado más del 70% de las industrias que opera en el área de concesión.

Respecto de las industrias que cuentan con convenio, la Contraloría solicitó a COSAALT<sup>133</sup> documentación sobre el control realizado para el periodo 2008-2015, a fin de verificar la calidad de los efluentes vertidos respecto de los estándares establecidos en los convenios. El siguiente cuadro muestra información sobre la calidad de los efluentes de las actividades con convenio.

<sup>130</sup> Artículo 76 del RASIM.

<sup>131</sup> suscrito entre la entonces Superintendencia de Saneamiento Básico (actual Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS) y la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado Tarija Ltda. (COSAALT), el 16 de febrero 2001.

<sup>132</sup> Punto 2.4.2.1. del apéndice 2 del anexo 1 del contrato de concesión, referido al muestreo y evaluación de la calidad de agua potable y descarga de efluentes y lodos.

<sup>133</sup> Mediante nota CGE/SCAT/GAA/124/2016 recibida el 05 de abril de 2016. La respuesta fue presentada mediante notas: CITE OF. GG. N° 262/16 y CITE Of. GG. N° 251/16, recibidas en fecha 22 de abril de 2016.



**Calidad de los efluentes vertidos a la red de alcantarillado por las industrias con convenio**

**Cuadro 7.1**

Nº	Actividad con convenio con COSAALT	Parámetros de la descarga que sobrepasan los límites permisibles en más de dos gestiones
1	BODEGAS MILCAST S.R.L.	- DBO <sub>5</sub> (años 2008,2011 al 2015). - DQO (años 2008,2010 al 2015). - pH (años 2008, 2009, 2011 al 2015)
2	PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE LECHE PIL	- DBO <sub>5</sub> (años 2008 al 2015, excepto el 2014). - DQO (años 2008 al 2015). - pH (años 2008, 2010, 2012, 2013 y 2015).
3	EMBOL S.A.	- DBO <sub>5</sub> (años 2008 al 2015, excepto 2009). - DQO (años 2008 al 2015). - pH (años 2008 al 2015).
4	EMBOTELLADORA CASCADA DEL SUR "EMBOSUR"	- DBO <sub>5</sub> (años 2008 al 2015, excepto los años 2012 y 2014). - DQO (años 2008,2010 al 2015). - pH (años 2008, al 2015).
5	CERVECERÍA ASTRA	- DBO <sub>5</sub> , DQO y pH (años 2008 al 2010).
6	CERVECERÍA BOLIVIANA NACIONAL S.A.	- DBO <sub>5</sub> (años 2010 al 2014). - DQO (años 2010 al 2015). - pH (años 2008 al 2014, excepto 2013)
7	AVICOLA POLLO PINTON	- DBO <sub>5</sub> , DQO y aceites y grasas (años 2013 al 2015).
8	LAVANDERÍA MANANTIAL II	- Aceites y grasas (años 2014 y 2015)

Fuente: Elaboración propia en base a la información remitida por COSAALT.

Del cuadro precedente se puede advertir que los parámetros medidos en las descargas de las actividades industriales sobrepasan de manera recurrente los límites permisibles establecidos, observándose que a pesar de los monitoreos periódicos realizados por COSAALT, las actividades industriales no mejoraron la calidad de sus descargas, dentro el periodo evaluado.

En el entendido de que a través de los convenios suscritos, la cooperativa pretendió que las descargas de las actividades industriales cumplan con las disposiciones normativas ambientales vigentes, se puede colegir que las acciones de control, traducidas en monitoreos, no han sido suficientes para ello, el control mensual a las descargas de todas las industrias durante ocho años, no ha logrado que las industrias mejoren sus efluentes y cumplan con las disposiciones normativas ambientales, situación que repercute además en el rendimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis, y más aún cuando su capacidad de tratamiento ha sido superada. Ante estas deficiencias encontradas se recomienda lo siguiente.

**A la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija - COSAALT Ltda.**

*Recomendación 7.1 Suscribir convenios con todas las actividades industriales que generan efluentes industriales y son vertidos a la red de alcantarillado sanitario, a partir de la información que actualicen y compatibilicen con la Instancia Ambiental del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.*

*Recomendación 7.2 A partir de los informes de agua residual de seguimiento a las industrias, programar acciones de control, en coordinación con el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, a las industrias cuyas descargas líquidas que son vertidas al alcantarillado sanitario no cumplen con los estándares de referencia, a fin de que estas implementen las medidas de adecuación comprometidas para mejorar la calidad de sus efluentes.*

### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 7.3 Coordinar con la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija la programación y ejecución de acciones de control, a las industrias cuyas descargas líquidas son vertidas al alcantarillado sanitario, a fin de que estas implementen las medidas de adecuación comprometidas para mejorar la calidad de sus efluentes.*

Las siguientes tres causas están relacionadas con el tema de extracción de áridos y agregados y su identificación se ha realizado a partir de un análisis del régimen aplicable.

La Constitución Política del Estado establece que estos materiales son competencia exclusiva de los gobiernos municipales autónomos en su jurisdicción<sup>134</sup>. De la misma forma, la Ley 535 de Minería y Metalurgia de 28 de mayo de 2014, señala que los gobiernos autónomos municipales regularán el manejo y explotación de áridos y agregados, aclarando que la explotación de rocas con la finalidad de producir áridos constituye una actividad minera<sup>135</sup>.

La Ley 535 delimita la regulación de áridos y agregados tomando en cuenta el lugar de extracción, definiendo que el manejo y explotación de éstos dentro de lechos, cauces y/o márgenes de ríos deben ser regulados por los gobiernos municipales, y que la explotación de rocas con la finalidad de producir áridos (de manera artificial) forma parte de una actividad minera, por lo que su regulación está dada por el Ministerio de Minería y Metalurgia.

Paralelamente, se encuentra vigente la Ley 3425 de áridos y agregados, promulgada el 20 de junio de 2006, que establece la administración y la regulación de los áridos o agregados, la misma que está a cargo de los gobiernos municipales. A pesar de que esta ley ha sido emitida antes de la Constitución Política del Estado y de la Ley 535 de Minería y Metalurgia, se encuentra vigente, al igual que sus reglamentos, el Reglamento de Aprovechamiento de Explotación de Áridos y Agregados y el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados (RAAA), dado que estas no contravienen lo establecido en la Constitución ni en la Ley 535.

---

<sup>134</sup> Punto 41 del párrafo I del Artículo 302.

<sup>135</sup> Párrafos II y VII del artículo 4.

La evaluación de la regulación de áridos y agregados en la presente auditoría se circunscribió a las actividades que se desarrollan en el río Guadalquivir y sus afluentes, por lo que lo establecido en la Ley 535 de Minería y Metalurgia respecto de la delimitación de competencias a partir del lugar de extracción no afecta al alcance del examen. Asimismo, la vigencia de los instrumentos normativos referidos a áridos y agregados preconstitucionales, permiten contar con un marco regulatorio general útil para la presente auditoría, específicamente para las causas que se describen a continuación.

### **7.8 Causa 8 - falencias en los instrumentos normativos elaborados por los Gobiernos Autónomos Municipales de Tarija y Padcaya para la regulación de las actividades de aprovechamiento y extracción de áridos y agregados.**

Tanto la Ley 535 de Minería y Metalurgia como la Ley 3425 de áridos y agregados establecen que los gobiernos municipales deben regular el manejo y explotación de áridos y agregados en cauces, lechos y márgenes de ríos. En cumplimiento a estas leyes, el año 2014, luego de la promulgación de la Ley 535, los Gobiernos Autónomos Municipales de Tarija y Padcaya elaboraron los instrumentos normativos respectivos para la explotación de estos materiales.

El Gobierno Autónomo Municipal de Tarija promulgó la Ley Municipal 039, de manejo y aprovechamiento de áridos y agregados, en cauces y ríos, pozos y canteras; el 1 de julio de 2014, su reglamento fue promulgado mediante el Decreto Municipal 004/2014, del 15 de septiembre de 2014<sup>136</sup>.

Por su parte, el Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya emitió el 3 de junio de 2014 la Ley Municipal 08/2014 de áridos y agregados y su reglamento fue aprobado mediante Decreto Municipal 004/2014 el 04 de agosto de 2014<sup>137</sup>.

De la revisión del marco normativo recabado, respecto de la regulación de los áridos y agregados en los municipios de Tarija y Padcaya, se han identificado aspectos que no responden a las disposiciones establecidas en las leyes 535 y 3425 y sus reglamentos.

#### *Municipio de Tarija.*

Un aspecto observado en el reglamento de la Ley Municipal 039, está referido a los requisitos para la otorgación de autorizaciones anuales para la extracción de áridos y agregados. Al respecto, el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados (RAAA), en su artículo 10, señala que para la obtención de la Licencia Ambiental es requisito indispensable que la persona natural o jurídica solicitante cuente con

<sup>136</sup> Información proporcionada mediante nota DESP. G.A.M.T. CITE N° 1124/2015 de 21 de septiembre de 2015, como respuesta a nuestra solicitud de información a través de la nota CGE/SCAT/GAA/402/2015 recibida el 22 de septiembre de 2015.

<sup>137</sup> Información remitida mediante nota GAMP/CITE DESP. RCVF/Nro 298/2016 recibida el 25 de abril de 2016, como respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/123/2016 recibida el 06 de abril de 2016.

la Autorización Municipal otorgada por el gobierno municipal de la jurisdicción territorial donde se desarrollan las actividades.

En contraposición a lo establecido en el RAAA, el reglamento de la Ley Municipal 039 en su artículo 17 establece que para el otorgamiento de las autorizaciones con fines de aprovechamiento industrial o actividad mayor de áridos y agregados, luego de haber sido aprobado el lugar de extracción, la persona natural o jurídica debe presentar, entre otros requisitos, la Licencia Ambiental, el estudio de impacto ambiental y el plan de manejo ambiental para cada etapa, y el plan de cierre, de restauración y abandono de las áreas afectadas por la explotación.

Lo señalado denota una contraposición del reglamento de la Ley 039 respecto de lo establecido en el RAAA, y esto ha incidido en la demora para que las actividades cuenten con la respectiva autorización, debido a que la obtención de la Licencia Ambiental requiere un tiempo que se suma al del propio trámite de autorización.

De las 26 empresas de extracción de áridos que han sido identificadas en el municipio de Tarija, ninguna cuenta con autorización municipal anual, sólo una (CONCASBAL), logró obtener un certificado de autorización municipal provisional, hasta la obtención de su licencia ambiental, cuando el RAAA establece que la autorización anual es el requisito para obtener dicho documento y no al contrario.

Otro aspecto que no ha sido considerado en el reglamento a la Ley Municipal 039, está referido a las acciones de control que deben realizar los gobiernos municipales a las actividades de extracción de áridos, para el seguimiento a los planes de adecuación, prevención, mitigación ambiental y cierre, establecidos en la Licencia Ambiental (señalado en el artículo 18 del RAAA), y los procesos de seguimiento y control ambiental que deben ejercer los gobiernos municipales de manera concurrente con la Gobernación o de manera independiente (artículo 8 inciso e) del RAAA).

Al respecto, el reglamento a la Ley 039 sólo establece que los inspectores municipales en coordinación con la guardia municipal pueden realizar inspecciones a las instalaciones donde se desarrolla la actividad de extracción de áridos a efectos de asegurar el cumplimiento de las disposiciones de la Ley 039 y su reglamento, así como la Ley 1333 y sus reglamentos (artículo 74), sin embargo, esto no responde a lo establecido en el RAAA respecto del control y seguimiento antes señalado.

La inclusión de estas acciones de control es de vital importancia, ya que a partir de ello se podrá evitar impactos ambientales a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir producto de las actividades de extracción de áridos y agregados.

De manera complementaria, se ha observado que el alcance de la Ley Municipal 039, incluye la regulación del manejo y aprovechamiento de áridos y agregados en pozos y canteras, la inclusión de estos dos últimos lugares, contraviene a lo establecido en la Ley

535 de Minería y Metalurgia que limita la regulación de los gobiernos municipales sólo a cauces y márgenes de ríos.

*Municipio de Padcaya.*

De manera análoga al caso anterior, se han identificado falencias en el reglamento a la Ley de áridos 08/2014 del municipio de Padcaya, aprobado mediante Decreto Municipal 004/2014 el 04 de agosto de 2014, en aspectos relacionados con los requisitos para la obtención de las autorizaciones anuales, el control y seguimiento a la extracción de áridos y agregados, y lo señalado en la Ley 3762 de 7 de noviembre de 2007 que declara al río Camacho y sus afluentes zona de protección ambiental, respecto de la prohibición de extracción de áridos en este cuerpo de agua.

Para empezar, el reglamento a la Ley de áridos 08/2014 establece que para el otorgamiento de la autorización municipal anual, las empresas de aprovechamiento industrial de áridos deben presentar al gobierno municipal la licencia ambiental de explotación de áridos y agregados, entre otros documentos (artículo 16). Como ya se explicó anteriormente, el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados (RAAA), señala que, más bien la autorización municipal es un requisito indispensable para la obtención de la Licencia Ambiental.

Por otro lado, ningún artículo del reglamento a la Ley de áridos 08/2014 menciona aspectos relacionados con el control y seguimiento a las actividades de extracción de áridos y agregados, señalados en el RAAA como atribuciones de los gobiernos municipales, lo que permite colegir que en la elaboración de este reglamento municipal no se consideraron las disposiciones del Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados.

Finalmente, la Ley 3762 de 7 de noviembre de 2007 declara al río Camacho y sus afluentes, Zona de Protección Ambiental y establece que queda prohibida la explotación de áridos y materiales de construcción en el río Camacho y sus afluentes, desde sus nacientes o cabecera de cuenca hasta su desemboque o unión al río Guadalquivir, para proteger y conservar la flora y fauna ictícola de esta cuenca y evitar su deterioro ambiental (artículo 2). Asimismo, señala que sólo se permite hacer uso de los áridos o materiales de construcción en la cuenca del río Camacho para proyectos de la misma zona y donde sus comunarios sean los directos beneficiarios (artículo 4).

Dado que el río Camacho atraviesa el municipio de Padcaya, el cumplimiento de la Ley 3762 es obligatorio para las actividades que se desarrollan en este cuerpo de agua dentro de esta jurisdicción municipal, sin embargo, se ha podido observar que la Ley de áridos 08/2014 y su reglamento no consideraron estas disposiciones. Si bien, en el municipio de Padcaya existen otras cuencas importantes, la Ley 08/2014 debe ser precisa respecto de las restricciones para la extracción de áridos en la cuenca del río Camacho. Esta omisión representa una contravención a la mencionada ley.



Es importante señalar que si bien existe una prohibición de extracción de áridos y agregados en el río Camacho, es posible extraer estos materiales para proyectos ubicados en la misma zona, de acuerdo a lo establecido en el artículo final tercero del Reglamento de Aprovechamiento de Explotación de Áridos y Agregados<sup>138</sup>, respecto de la utilización libre de áridos y agregados para obras públicas, casos en los que es necesaria una regulación, principalmente en lo referido al control ambiental señalado en el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados, sin embargo este aspecto tampoco ha sido considerado en el reglamento de la Ley de áridos 08/2014 y su reglamento.

Ante la situación evidenciada en la causa en los municipios de Tarija y Padcaya se recomendó lo siguiente.

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 8.1 Modificar la Ley Municipal 039 para el Manejo y Aprovechamiento de Áridos y Agregados, en cauces, ríos pozos y canteras del 01 de julio de 2014 y su reglamento aprobado mediante Decreto Municipal 004/2014 del 15 de septiembre de 2014, en el marco de lo establecido en la Ley 535 de Minería y Metalurgia, la Ley 3425 de áridos y agregados y sus reglamentos, el Reglamento de Aprovechamiento de Explotación de Áridos y Agregados y el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados, previendo que el nuevo reglamento contemple un marco regulatorio para el aprovechamiento y explotación de áridos y agregados y un marco regulatorio ambiental para esta actividad extractiva.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya.**

*Recomendación 8.2 Modificar el Reglamento de la Ley Municipal 08/2014 del 3 de junio de 2014 para el Manejo y Aprovechamiento de Áridos y Agregados, en cauces, ríos pozos y canteras, aprobado mediante Decreto Municipal 004/2014 del 15 de septiembre de 2014, en el marco de lo establecido en la Ley 535 de Minería y Metalurgia, la Ley 3762 que declara al río Camacho y sus afluentes zona de protección ambiental, la Ley 3425 de áridos y agregados y sus reglamentos, el Reglamento de Aprovechamiento de Explotación de Áridos y Agregados y el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados, previendo que el nuevo reglamento a ser elaborado, contemple un marco regulatorio para el aprovechamiento y explotación de áridos y agregados y un marco regulatorio ambiental para esta actividad extractiva.*

---

<sup>138</sup> Artículo final 3° I. Con relación al uso de áridos y/o agregados para obras públicas, especialmente del Sistema Nacional de Carreteras, los gobiernos municipales deberán dar cumplimiento a lo establecido en la Ley 3507 ( que crea la Administradora Boliviana de Carreteras, encargada de la planificación y gestión de la Red Vial) y el Capítulo II del título III del decreto Supremo 28946 (que establece que los yacimientos, bancos, cuencas, canteras de áridos o agregados, o su presentación en cualquier forma, que se encuentre destinado a la obtención de áridos o agregados artificiales que hayan sido objeto de concesión minera en forma previa a la aprobación del presente Decreto Supremo y que sean requeridos por empresas adjudicatarias para la construcción, conservación, mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de la Red Vial Fundamental, por cuenta del Estado, podrán ser utilizadas libremente en las mismas, siendo la única compensación el pago de la patente, en el marco de la normativa vigente). La utilización libre que establece el mencionado decreto se entenderá en relación a la necesidad y cantidad de obras bajo control de la entidad estatal respectiva.

### **7.9 Causa 9 - ausencia de instrumentos normativos para la regulación del aprovechamiento y extracción de áridos y agregados en los municipios de Uriondo y San Lorenzo.**

De la revisión de la documentación proporcionada por los gobiernos municipales de Uriondo y San Lorenzo, se puede observar la falta de instrumentos normativos para la regulación del aprovechamiento y extracción de áridos en el municipio de Uriondo y de la reglamentación a la Ley de áridos emitida en el municipio de San Lorenzo.

#### *Municipio de Uriondo.*

Recordemos que la Ley 3762 de 7 de noviembre de 2007 declara al río Camacho y sus afluentes, zona de protección ambiental y prohíbe la explotación de áridos y materiales de construcción en este cuerpo de agua y sus afluentes, desde sus nacientes hasta su unión al río Guadalquivir, permitiéndose el uso de áridos sólo para proyectos de la misma zona y donde sus comunarios sean los directos beneficiarios.

El 20 de julio de 2010 fue emitida la Ordenanza Municipal 014/2010 que prohíbe la extracción de áridos en los ríos Camacho y Guadalquivir y afluentes, además de los ríos, quebradas y zonas aledañas dentro de la competencia territorial municipal de la Primera Sección de la Provincia Avilés, con excepción del uso de los áridos o materiales de construcción que sean extraídos para el uso doméstico y proyectos que encare la comunidad. Posteriormente, el 06 de diciembre de 2013, fue emitida la Ordenanza Municipal 081/2013 que mantiene vigente la Ordenanza Municipal 014/2010, mientras se apruebe el Plan Municipal Integral de manejo de áridos y agregados.

Por su parte, la municipalidad informó<sup>139</sup> sobre la identificación de empresas y/o asociaciones que realizan actividades de extracción de áridos y agregados en la cuenca del río Camacho y Guadalquivir, que si bien estuvieron destinadas a la construcción de obras para el municipio en observancia a la Ley 3762, no han estado bajo una regulación ambiental que permita identificar y/o minimizar posibles impactos ambientales en las cuencas de estos ríos producto de estas actividades.

#### *Municipio de San Lorenzo.*

El municipio de San Lorenzo cuenta con la Ley Municipal 023, de manejo y aprovechamiento de áridos y agregados, aprobada mediante Resolución Municipal 004/2016 de 25 de enero de 2016. Esta ley tiene por objeto regular el manejo y aprovechamiento de áridos y agregados, en cauces, ríos y pozos dentro de la jurisdicción de San Lorenzo, así como asegurar que el manejo y el aprovechamiento de áridos y agregados se realicen de manera sostenible, precautelando la estabilidad del medio ambiente, y crear

---

<sup>139</sup> Mediante notas CITE. G.A.M.U. 0177/2016 recibida el 03 de mayo de 2016 y CITE/ G.A.M.U./DESP /N° 256/2016 recibida vía fax el 07 de junio de 2016.

los mecanismos técnicos y logísticos indispensables para la supervisión y control del manejo de los áridos y agregados dentro la provincia Méndez (artículos 1 y 2). La Ley Municipal 023 no cuenta con la reglamentación respectiva, esta se encuentra en proceso de elaboración y socialización.<sup>140</sup>

Ante la situación evidenciada sobre el tema de la causa en los municipios de Uriondo y San Lorenzo, se recomienda lo siguiente.

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.**

*Recomendación 9.1 Elaborar un marco normativo municipal para regular el aprovechamiento y explotación de áridos o materiales de construcción extraídos para los proyectos que se realizan en su municipio, tomando en cuenta lo establecido en la Ley 535 de Minería y Metalurgia, la Ley 3762 que declara al río Camacho y sus afluentes zona de protección ambiental, la Ley 3425 de áridos y agregados y sus reglamentos, el Reglamento de Aprovechamiento de Explotación de Áridos y Agregados y el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.**

*Recomendación 9.2 Elaborar la reglamentación a la Ley Municipal 023 de manejo y aprovechamiento de áridos y agregados de 25 de enero de 2016, en el marco de lo establecido en la Ley 535 de Minería y Metalurgia, la Ley 3425 de áridos y agregados y sus reglamentos, el Reglamento de Aprovechamiento de Explotación de Áridos y Agregados y el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados, previendo que el reglamento a elaborar contemple un marco regulatorio para el aprovechamiento y explotación de áridos y agregados y un marco regulatorio ambiental para esta actividad extractiva.*

### **7.10 Causa 10 - ausencia de planes de manejo de áridos y agregados en la cuenca del río Guadalquivir.**

El Plan de Manejo de Áridos y Agregados en cuencas y microcuencas está definido como un «conjunto de instrumentos técnicos y métodos de gestión, resultantes de un proceso participativo de planificación de aprovechamiento y explotación de áridos y agregados, basado en la evaluación de las características del medio físico, biótico, cultural y el potencial de áridos y agregados en la cuenca, elaborado de acuerdo a las normas y prescripciones de protección y sostenibilidad y debidamente aprobado por la autoridad competente. Plan que define un manejo responsable durante la extracción, tratamiento y comercialización de áridos y agregados, tomando en cuenta la capacidad de reposición o

---

<sup>140</sup> Información proporcionada a través de la nota CITE OF. DESP GAMSL N°052/2016, recibida el 12 de febrero de 2016, como respuesta a la solicitud de la Contraloría mediante fax CGE/SCAT/GAA/F-015/2016 del 01 de febrero de 2016.

recarga, precautelando el recurso hídrico y el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas»<sup>141</sup>.

La importancia de un plan de manejo de áridos y agregados en cuencas radica en asegurar que estos materiales puedan ser extraídos de manera sostenible en áreas que no afecten el régimen hidrológico, ni su ecosistema. Para ello en el plan de manejo se deben identificar zonas de extracción y los volúmenes de extracción, entre otros aspectos, asimismo, toda actividad de aprovechamiento de áridos y agregados en cauces y márgenes de ríos, debe adecuar sus operaciones al plan de manejo de áridos y agregados, cuya elaboración está a cargo del gobierno municipal. Ante la ausencia de un plan de manejo, la empresa debe recabar una recomendación de la instancia técnica del gobierno municipal, sobre los lineamientos técnicos aplicables a las características de la zona de operaciones.<sup>142</sup>

Sobre lo señalado, el reglamento de la Ley 039 del municipio de Tarija, no establece que las empresas que pretenden obtener autorización para la extracción de áridos y agregados, deban adecuar su actividad a un plan de manejo, ni que la empresa recabe una recomendación técnica del gobierno municipal, sobre los lineamientos aplicables a las características de la zona de operaciones, ante la ausencia de este. La falta de esta disposición en dicho reglamento, implica que las zonas de extracción, autorizadas por el gobierno municipal, no respondan a un estudio integral (técnico ambiental) que garantice un aprovechamiento sostenible, dentro la jurisdicción municipal.

En lo que respecta a gestiones realizadas en torno a la elaboración de un plan o planes de manejo de áridos en la cuenca del río Guadalquivir, se tuvo conocimiento de la suscripción del «Convenio de cooperación interinstitucional entre el Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado, el Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo, el Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo y el Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya» de fecha 27 julio de 2015, que estuvo orientado a formular y construir normas y políticas ambientales territoriales para la intervención conjunta en temas de extracción y manejo de áridos, con el compromiso de crear, adecuar y ejecutar un plan de manejo de extracción de áridos y agregados en forma conjunta entre municipios.

Sin embargo, a la consulta de la Contraloría sobre la existencia de planes de manejo de áridos y agregados en la cuenca dentro las jurisdicciones municipales que forman parte del mencionado convenio, las mismas informaron lo siguiente.

La municipalidad de San Lorenzo informó<sup>143</sup> que a través del convenio suscrito entre los cuatro municipios que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir, se acordó la

<sup>141</sup> De acuerdo al inciso w del artículo 3 del Reglamento Aprovechamiento y Explotación de Áridos y Agregados de la Ley 3425.

<sup>142</sup> Artículos 25, 8 y 26 del Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados (RAAA), aprobado mediante Decreto Supremo N° 0091 de 22 de abril de 2009.

<sup>143</sup> Mediante nota CITE OF DESP GAMSLN° 188/2016 recibida el 25 de abril de 2016 como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/121/2016 recibida el 06 de abril de 2016.

elaboración del plan de manejo de áridos para cada municipio, el mismo que se realizará el presente año 2016.

La municipalidad de Tarija informó<sup>144</sup> que el «Plan de Manejo de Áridos y Agregados Provincia Cercado», fue licitado en la modalidad ANPE para su elaboración y fue adjudicado para ser concluido en un plazo de 120 días calendario a partir de la suscripción del contrato correspondiente.

La municipalidad de Uriondo informó<sup>145</sup> que cuentan con un plan de manejo de áridos y agregados en borrador.

Finalmente la municipalidad de Padcaya<sup>146</sup> no informó al respecto por lo que se colige que no trabajaron en el tema.

Ante la ausencia de planes de manejo y gestiones efectivas para su elaboración en casi todos los municipios de la cuenca, se recomendó lo siguiente.

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.**

*Recomendación 10.1 Elaborar un plan de manejo de áridos y agregados para la cuenca del río Guadalquivir, dentro su jurisdicción, en el marco de lo establecido en el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 10.2 Verificar que el plan de manejo de áridos y agregados, para la cuenca del río Guadalquivir que está siendo elaborado, responda a lo establecido en el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.**

*Recomendación 10.3 Elaborar un plan de manejo de áridos y agregados para la cuenca del río Guadalquivir, dentro su jurisdicción, en el marco de lo establecido en la Ley 3762 que declara al río Camacho y sus afluentes zona de protección ambiental y el Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya.**

---

<sup>144</sup> A través de una entrevista telefónica realizada en fecha 05 de julio de 2016 con el responsable de la unidad de áridos del municipio.

<sup>145</sup> Mediante nota CITE.G.A.M.U. 0177/2016 recibida el 03 de mayo de 2016 como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/122/2016 recibida el 08 de abril de 2016.

<sup>146</sup> Mediante nota GAMP/CITE DESP. RCVF/Nro 0298/2016 recibida el 25 de abril de 2016 como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/123/2016 recibida el 06 de abril de 2016.



*Recomendación 10.4 Elaborar un plan de manejo de áridos y agregados del cual forme parte el río Camacho, en el marco de lo establecido en la Ley 3762, que declara al río Camacho y sus afluentes zona de protección ambiental, y en el marco del Reglamento Ambiental para el Aprovechamiento de Áridos y Agregados.*

**7.11 Causa 11 - los sistemas de tratamiento de aguas residuales, existentes en las comunidades de San Antonio, Calamuchita y Chocloca en el municipio de Uriondo, y las comunidades de Cañas y Chaguaya en el municipio de Padcaya, no han sido considerados por ninguno de los proyectos programas y planes elaborados para la cuenca del río Guadalquivir, destinados a realizar mejoras y/o la implementación de nuevos sistemas de tratamiento.**

En el municipio de Uriondo existen tres comunidades que ejercen influencia en la cuenca del río Guadalquivir, hablamos de las comunidades de Calamuchita, San Antonio y Chocloca, todas cuentan con sistemas de alcantarillado y sistemas para tratar las aguas residuales de las respectivas poblaciones. Las aguas residuales de estas comunidades se vierten a los ríos Camacho y Guadalquivir.

En el caso del municipio de Padcaya, existen dos comunidades que ejercen influencia en la cuenca del río Guadalquivir, hablamos de las comunidades de Cañas y Chaguaya, ambas cuentan con cámaras sépticas para sus aguas residuales antes de su disposición final en el río Camacho, afluente del río Guadalquivir.

Durante el trabajo de la presente auditoría se pudo visitar cada uno de los sistemas de tratamiento de las cuatro comunidades y se advirtió que tienen deficiencias en su funcionamiento. En todos los casos 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.

Dadas las características similares de los efluentes en estos sistemas, se tomaron muestras de la descarga de uno de ellos a fin de caracterizar la calidad de las aguas residuales que se vierten a los cuerpos de agua de la cuenca. Se tomó muestras de los efluentes del sistema de tratamiento de Calamuchita del municipio de Uriondo. La siguiente tabla muestra los resultados de su composición y su relación con los límites permisibles para descargas establecidos en el anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, que se toma como referencia dada la inexistencia de cuerpos de agua clasificados.

**Resultados del análisis de efluentes del sistema de tratamiento de Calamuchita**

**Tabla 7.6**

Parámetros	pH	SST (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Nitrógeno amoniacal (mg/l)	DQO (mg/l)	Colifecales (NMP/100 ml)
<b>Límites permisibles</b>	<b>6-9</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>80</b>	<b>4</b>	<b>250</b>	<b>1000</b>
Punto de descarga							
Descarga de ARD de la comunidad Calamuchita.	<b>6.50</b>	<b>1256.19</b>	<b>10.63</b>	<b>180.00</b>	<b>27.59</b>	<b>343.82</b>	<b>1.300.000</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de laboratorio.

Como se puede ver la calidad de los efluentes del sistema de tratamiento no cumple con los límites establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, exceptuando el pH, todos los parámetros analizados superan los estándares de referencia, lo que da cuenta de que el sistema no funciona adecuadamente y las aguas residuales que pasan por el sistema no reciben un tratamiento eficiente. Dado que las condiciones de operación son similares en las restantes comunidades, inferimos que la calidad de sus efluentes tiene características similares en cuanto a su composición.

Como parte de la auditoría se han evaluado las gestiones realizadas por las diferentes entidades vinculadas a los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir y se han identificado una serie de trabajos relacionados con la elaboración de planes, programas y estudios en el tema de saneamiento básico que surgen de instancias como el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y la Entidad Ejecutora de Medio ambiente y Agua (EMAGUA), que vinculan a los municipios de los cuales son parte las comunidades antes señaladas. Los trabajos revisados corresponden a los siguientes.

Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua suscribió el contrato de servicios de consultoría N.º 056 en fecha 20 de marzo de 2012, para la elaboración de Planes Maestros Metropolitanos en varios centros poblados del país, entre ellos el «Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija». El contrato fue adjudicado en abril de 2012 al Consorcio de Consultores conformado por las empresas TYPASA-GITEC - Land & Water Bolivia-Aguilar & Asociados S.R.L.<sup>147</sup>.

El objetivo general de la consultoría en el que se enmarcaron los Planes Maestros, era definir la mejor estrategia de desarrollo de los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas metropolitanas de interés. Para el Plan Maestro del Valle Central de Tarija, el objetivo general era contribuir a mejorar las condiciones de salubridad en las poblaciones

<sup>147</sup> Información proporcionada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través de su nota CAR/MMAYA/VAPSB7DGAPAS/UGF N° 0069/2016 recibida el 04 de marzo de 2016, como respuesta a nuestra nota CGE/SCAT/GAA/053/2016 recibida el 15 de febrero de 2016.

periurbanas e incrementar el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado en las poblaciones de Tarija, San Lorenzo, Uriondo y Padcaya hasta el año 2046.

Entre los objetivos específicos planteados en el Plan Maestro se encuentra el de desarrollar alternativas técnicas para la rehabilitación, mejoramiento y ampliación de la infraestructura existente, a corto, mediano y largo plazo, tanto para el servicio de agua potable como para el servicio de saneamiento básico, además de la adecuada disposición final de las aguas servidas tratadas.

Para el municipio de Uriondo, el Plan Maestro incluye el Estudio de Identificación «Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la población urbana y periurbana de Uriondo». La ubicación física del proyecto se circunscribió en la localidad del Valle de la Concepción, el objetivo del proyecto fue incrementar el acceso a los servicios de saneamiento en esta población, mejorando y ampliando el sistema de recolección de aguas residuales y el sistema de tratamiento.

En todo el contenido del plan no se hace mención alguna a las comunidades de Calamuchita, San Antonio y Chocloca del municipio de Uriondo, por lo que se entiende que estas no formaron parte del alcance de las mejoras previstas en este estudio.

Para el caso del municipio de Padcaya, también fue elaborado un Estudio de Identificación que formó parte del «Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija», el documento se denomina «Estudio de Identificación mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la localidad de Padcaya». La ubicación física del proyecto era en la localidad de Padcaya. El proyecto tenía la finalidad de mejorar y ampliar el sistema de recolección de aguas residuales y disponerlas en un sistema de tratamiento, para luego verterlas al río Huacanqui, afluente del río Bermejo.

El estudio señalado estuvo orientado exclusivamente a tratar el problema de saneamiento en la localidad de Padcaya que además genera efluentes que forman parte de otra cuenca (río Bermejo) que no forma parte del alcance de la presente evaluación. Las comunidades de Cañas y Chaguaya, que son de interés para esta auditoría, no formaron parte del mencionado estudio.

#### Programa Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir.

En noviembre de 2011 se firmó el Contrato de Préstamo y de Aporte Financiero y de Ejecución del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir», entre el Ministerio de Planificación del Desarrollo, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, EMAGUA y Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW, Frankfurt am Main del Gobierno de la República Federal de Alemania, por un monto de EUR 12.344.205,10, de los cuales EUR 3.447.049,20 corresponden al préstamo y EUR 8.897.155,90 fueron otorgados en calidad de donación.

En el marco de los documentos contractuales del Programa y sus competencias, la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), debe realizar la ejecución, monitoreo, seguimiento, fiscalización y evaluación del Programa Guadalquivir, así como la administración de los recursos transferidos para su ejecución. Sobre la implementación del programa en la zona de interés de la auditoría, la entidad informó lo siguiente.

El alcance del Programa comprende tres componentes y uno de ellos está referido a la inversión en proyectos de infraestructura de saneamiento básico que contempla a los municipios de Padcaya y San Lorenzo, para realizar la rehabilitación y ampliación de los sistemas de saneamiento básico, la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, la construcción y renovación de redes de desagüe entre otros.

En lo que concierne al municipio de Padcaya, EMAGUA informó que, de acuerdo al estudio de factibilidad y diseños finales, realizado para la ejecución del programa, la planta de tratamiento de aguas residuales que se implementará en el municipio de Padcaya sólo beneficiará al área urbana y no así a otras comunidades, ya que el programa está enfocado al mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado del área urbana de los municipios considerados.

De manera complementaria se consultó al Ministerio de Medio Ambiente y Agua sobre el alcance de proyectos de saneamiento en el municipio de Padcaya y esta entidad señaló que de acuerdo al registro de proyectos de pre inversión del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB), no existen datos acerca de la solicitud de proyectos de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento para las comunidades de Cañas y Chaguaya.

Al margen de los estudios citados y la información recabada del VAPSB, no se ha obtenido evidencia alguna sobre proyectos de saneamiento para las poblaciones señaladas en los municipios de Uriondo y Padcaya.

Por lo señalado al inicio de la identificación de la causa, se ha comprobado que existen problemas de funcionamiento en los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las poblaciones de Calamuchita, San Antonio y Chocloca, Cañas y Chaguaya, que a pesar de contar con algún tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales, los efluentes vertidos a los ríos Camacho y Guadalquivir tienen una composición similar a aguas residuales domésticas crudas, lo que califica a estos puntos de descarga como fuentes de contaminación de los cuerpos de agua receptores.

Los resultados de los indicadores de calidad y contaminación empleados en esta auditoría dieron cuenta del nivel de contaminación del río Guadalquivir, que se ve afectado también por los efluentes de la planta de Calamuchita y la situación del río Camacho que si bien actualmente presenta aguas de calidad media y poco contaminado con materia orgánica, la calidad biológica calificó a este río como aguas dudosas y críticas, lo que significa que ha comenzado a desaparecer la fauna béntica sensible a la contaminación, predominando las

especies resistentes, a causa del vertido continuo de aguas residuales crudas o deficientemente tratadas durante un periodo de tiempo significativo.

Si bien el caudal de las aguas residuales de las comunidades señaladas no es significativo, sí representa una fuente de contaminación que en el tiempo ha tenido una incidencia importante en la calidad de los ríos, principalmente en la fauna de macroinvertebrados, aspecto que ha determinado la necesidad de considerar medidas correctivas en los sistemas de tratamiento de aguas residuales que actualmente operan en las comunidades del área de influencia del río Guadalquivir.

Como se ha visto anteriormente, ninguno de los estudios elaborados para los municipios de Uriondo y Padcaya, en el tema de saneamiento básico, ha considerado la necesidad de actuar en estas 4 comunidades, que sin embargo requieren atención en el tema, dada la incidencia negativa que ocasiona el vertido de sus aguas residuales a la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir. En consecuencia, se ha visto por conveniente formular recomendaciones basados en las siguientes disposiciones normativas.

La Ley de Autonomías 031 del 19 de julio de 2010, establece las competencias de los Gobiernos municipales autónomos en el tema de agua potable y alcantarillado en su artículo 83 y señala lo siguiente.

*II. De acuerdo a la competencia concurrente del Numeral 9 del Parágrafo II del Artículo 299 de la Constitución Política del Estado y en el marco de la delegación de la facultad reglamentaria y/o ejecutiva de la competencia exclusiva del Numeral 30 del Parágrafo II del Artículo 298 de la Constitución Política del Estado, se desarrollan las competencias de la siguiente manera:*

*1. Nivel central del Estado:*

- a) Elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente proyectos de agua potable y alcantarillado de manera concurrente con los otros niveles autonómicos, en el marco de las políticas de servicios básicos.*

*...*

*3. Gobiernos municipales autónomos:*

*a) Ejecutar programas y proyectos de los servicios de agua potable y alcantarillado, conforme a la Constitución Política del Estado, en el marco del régimen hídrico y de sus servicios, y las políticas establecidas por el nivel central del Estado.*

*b) Elaborar, financiar y ejecutar proyectos de agua potable en el marco de sus competencias, y cuando corresponda de manera concurrente y coordinada con el nivel central del Estado y los otros niveles autonómicos; así como coadyuvar en la asistencia técnica y planificación. Concluidos los proyectos podrán ser transferidos al operador del servicio.*

El Decreto Supremo 29894 promulgado el 07 de febrero de 2009 que establece la estructura organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional, así como las atribuciones de las instancias que lo conforman, determina, entre otras, las siguientes atribuciones del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico.



**ARTÍCULO 96.- (ATRIBUCIONES DEL VICEMINISTERIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO).** *Las atribuciones del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, en el marco de las competencias asignadas al nivel central por la Constitución Política del Estado, son las siguientes:*

...

c) *Impulsar y ejecutar políticas, planes, programas y proyectos, así como gestionar financiamiento para la inversión destinados a ampliar la cobertura de los servicios de saneamiento básico en todo el territorio nacional, particularmente en el área rural y en sectores de la población urbana y periurbana de bajos ingresos, coordinando con las instancias correspondientes.*

...

i) *Promover y canalizar cooperación financiera a las entidades territoriales descentralizadas y autónomas, con el fin de desarrollar políticas, planes, programas y proyectos de agua potable y saneamiento básico.*

En el marco de las disposiciones normativas señaladas y a partir de las deficiencias advertidas en la causa, se recomienda lo siguiente.

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.**

*Recomendación 11.1* *En el marco de las atribuciones establecidas en la Ley 031 de Autonomías, debe elaborar un proyecto o proyectos de saneamiento básico para las comunidades de Calamuchita, San Antonio y Chocloca, destinados a mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes. El o los proyectos deben integrar medidas ambientales asociadas a la reutilización de las aguas residuales y/o los lodos generados en los sistemas de tratamiento, en proyectos de beneficio para las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona, de tal forma que los comunarios beneficiados, se involucren en los proyectos y sean actores en la operación y mantenimiento de estos sistemas de tratamiento. Para su ejecución debe gestionar la suscripción de convenios de cooperación y/o cofinanciamiento de recursos con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya.**

*Recomendación 11.2* *En el marco de las atribuciones establecidas en la Ley 031 de Autonomías, debe elaborar un proyecto o proyectos de saneamiento básico para las comunidades de Cañas y Chaguaya, destinados a mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes. El o los proyectos deben integrar medidas ambientales asociadas a la reutilización de las aguas residuales y/o los lodos generados en los sistemas de tratamiento, en proyectos de beneficio para las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona, de tal forma que los comunarios beneficiados, se involucren en los proyectos y sean actores en la operación y mantenimiento de estos sistemas de tratamiento. Para su ejecución debe gestionar la suscripción de convenios de cooperación y/o cofinanciamiento de recursos con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.*

## **Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua.**

*Recomendación 11.3 En el marco de las atribuciones establecidas en la Ley 031 de Autonomías y los incisos c) e i) del artículo 96 del Decreto Supremo 29894, el Ministerio debe impulsar los proyectos a ser presentados por los gobiernos municipales de Uriondo y Padcaya en torno a la mejora de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las comunidades de Calamuchita, San Antonio y Chocloca en el municipio de Uriondo y las comunidades de Cañas y Chaguaya en el municipio de Padcaya, a través de la suscripción de convenios de cooperación y/o cofinanciamiento de recursos para su ejecución. El o los proyectos deben integrar medidas ambientales asociadas a la reutilización de las aguas residuales y/o los lodos generados en los sistemas de tratamiento, en proyectos de beneficio para las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona, de tal forma que los comunarios beneficiados, se involucren en los proyectos y sean actores en la operación y mantenimiento de estos sistemas de tratamiento.*

### **7.12 Causa 12 - sistemas de tratamiento colapsados, sin que hayan podido realizar gestiones efectivas en casi una década.**

La siguiente causa aplica a los municipios de Tarija y San Lorenzo, los antecedentes asociados a la causa, se exponen a continuación por municipio.

#### Municipio de Tarija.

El municipio de Tarija cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, bajo la operación y mantenimiento de la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado (COSAALT Ltda.), la planta se denomina San Luis y se encuentra en operación desde 1990.

La planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis está compuesta por un sistema secundario de tratamiento mediante lagunas de oxidación, según diseño cuenta con dos lagunas anaerobias, una facultativa y una de maduración, no cuenta con un sistema de pretratamiento del afluente crudo. La planta fue construida para un periodo de 20 años con un caudal de diseño de 756 m<sup>3</sup>/h, para una población de 91.000 habitantes<sup>148</sup>. Las descargas de la PTAR de San Luis se vierten hacia la quebrada Torrecillas, aportante del río Guadalquivir.

La capacidad de tratamiento de la planta estaba prevista hasta el año 2010, sin embargo los resultados de los indicadores formulados en la presente auditoría, han permitido advertir que ya el año 2008, la PTAR de San Luis trataba 813 m<sup>3</sup>/h cuando su capacidad instalada era de 756 m<sup>3</sup>/h, y dado que no se realizó ninguna gestión de mejora efectiva, esta situación

---

<sup>148</sup> Información extractada del «Informe técnico de operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis (TJ-CERCA-SANL-B-0010N-0815)», elaborado por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del año 2015.

empeoró en los siguientes 8 años, pues para el año 2015 el caudal de entrada a la planta se incrementó en más mil m<sup>3</sup>/h superando con ello más del 24% del caudal de diseño.

Esta situación se encuentra en directa relación con el crecimiento poblacional, toda vez que la PTAR fue diseñada para una población de 91.000 habitantes, cuando ya en el año 2008, en el área de concesión de la cooperativa, existían más de ciento ochenta mil habitantes y para el 2015 este número subió a más de ciento noventa mil habitantes.

Con estos antecedentes se hizo un seguimiento a las acciones realizadas por las diferentes entidades en torno a esta problemática y se identificaron una serie de estudios y o proyectos realizados entre los años 2008 y 2015 (el detalle de estos se encuentran en el cuadro 5.4 del acápite 5.7). Se tienen contabilizados ocho trabajos, entre estudios, planes y proyectos realizados entre los años 2008 y 2015, el más antiguo corresponde al proyecto «Saneamiento del río Guadalquivir», del año 2009, que es en realidad el año en que este documento fue proporcionado a la entonces prefectura en calidad de préstamo y a partir del cual lograron gestionar la construcción de algunas obras civiles relacionadas con la red de alcantarillado, pero que no fueron concluidas al quedar el proyecto paralizado por rescisión de contrato.

No existen antecedentes de estudios hasta el año 2012 cuando el Ministerio de Medio Ambiente y Agua gestionó el Estudio de Identificación para el municipio de Tarija, respecto del cual la municipalidad advirtió de su inaplicabilidad, dados los avances de las gestiones realizadas con otra alternativa de tecnología moderna que desplaza la posibilidad planteada en el mencionado estudio.

Las restantes gestiones se realizaron entre los años 2014 y 2015 y comprenden una serie de proyectos vinculados entre sí que forman parte del «Programa Guadalquivir II», que están destinados a la construcción de microplantas descentralizadas, a la construcción de obras complementarias en la actual PTAR de San Luis y a la construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales, acciones que aún no se han concretado en resultados palpables que garanticen la solución al problema de la contaminación del río Guadalquivir en el municipio de Tarija (ver detalle de acciones en el cuadro 5.4 del acápite 5.7).

Las gestiones realizadas no han sido efectivas, no existe evidencia de que los trabajos realizados hasta la fecha, resuelvan el problema de la contaminación de la cuenca del río Guadalquivir en el corto y mediano plazo.

#### Municipio de San Lorenzo

El municipio de San Lorenzo cuenta con un sistema que trata las aguas residuales de algunos centros más poblados del municipio como San Lorenzo en la zona de influencia del río Guadalquivir y se encuentra bajo administración de la municipalidad.

En cuanto a su funcionamiento, la planta está dividida en dos sectores, el primero en la margen izquierda del río Calama donde se encuentra un RAP (reactor anaerobio de flujo pistón) y en la margen derecha está una pequeña laguna de sedimentación de donde se vierten los efluentes hacia el río Guadalquivir. El sistema fue construido el año 1999.

No fue posible recabar información de la calidad de los efluentes del sistema de tratamiento debido a la inexistencia de datos de monitoreo. En este sentido se empleó información de referencia de otros estudios, en este caso del «Estudio de Identificación mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la localidad de San Lorenzo» del «Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento para el valle central de Tarija» que corresponden al año 2012. Para el año 2015, se empleó la información de los resultados de laboratorio de la muestra tomada a la descarga de las lagunas de tratamiento, como parte del trabajo de la presente auditoría.

Los resultados de ambos análisis dieron cuenta de que la planta de tratamiento de San Lorenzo no está funcionando adecuadamente, la calidad de las descargas en los años de referencia presentaron elevadas concentraciones de carga orgánica y colifecales.

Asimismo, el volumen de aguas residuales que ingresa a las lagunas se ha incrementado entre los años 2008 y 2015 en casi 75 mil metros cúbicos, lo que es aproximadamente el 60% del volumen que ingresaba a las lagunas el año 2008, afectando con ello más aún la capacidad de tratamiento del sistema, que a 16 años de su construcción habría superado la capacidad de tratamiento para la cual fue construida.

El problema de la capacidad de recolección y tratamiento ya fue identificado el año 2012 en el Estudio de Identificación antes señalado. El documento señala que el sistema no lograba dar una cobertura total a la población urbana, ni a las comunidades que estaban conectadas al servicio de alcantarillado, sumado a ello, la planta de tratamiento no lograba depurar adecuadamente el caudal de llegaba debido a la faltaban unidades de tratamiento además de aplicar un mantenimiento inadecuado.

Con estos antecedentes se hizo un seguimiento a las acciones realizadas por las diferentes entidades en torno a esta problemática y se identificaron los siguientes estudios y o proyectos realizados entre los años 2008 y 2015 (revisar la información en detalle en el cuadro 5.4 en el acápite 5.7).

Dentro el periodo de evaluación han sido gestionadas sólo dos acciones relacionadas de manera directa y/o indirecta con la mejora del servicio de alcantarillado, más propiamente con el tratamiento de las aguas residuales del municipio de San Lorenzo en el área de influencia del río Guadalquivir.

Entre los años 2008 y 2011 no existen antecedentes de gestiones, el año 2012 el Ministerio de Medio Ambiente y Agua promovió la elaboración del Estudio de Identificación para el municipio de San Lorenzo que formó parte del «Plan Maestro Integral de Agua y

Saneamiento del Valle central de Tarija», que contenía propuestas para mejorar el sistema de alcantarillado y construir una nueva planta de tratamiento. Si bien el documento fue entregado a la instancia del gobierno municipal en el año 2015, la actual gestión a cargo no cuenta con esta información, lo que permite inferir que las propuestas de este estudio no están siendo aplicadas.

El año 2012, también fue suscrito el convenio que dio origen al «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir» que se encuentra bajo la gestión y manejo de la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA). El municipio de San Lorenzo es parte integrante del componente de saneamiento básico de este programa a través del cual ha sido prevista la mejora del servicio y la construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales. Este proyecto, hasta la fecha de corte de la auditoría (finales del mes de julio), si bien su licitación estaba en curso, aún no se consolidó su ejecución.

Finalmente se conoció que con recursos de la municipalidad se construyó la planta de tratamiento de Canasmoros, instalada en los predios de la normal del mismo nombre, la ejecución el proyecto se realizó en la gestión 2015 y a la fecha de corte de la auditoría se informó que si bien la planta está concluida, aún no entró en funcionamiento debido a la falta de electricidad y la obtención de la respectiva licencia ambiental.

Lo expuesto en esta causa ratifica que en los municipios de Tarija y San Lorenzo, existen sistemas de tratamiento de aguas residuales colapsados, que se han mantenido en estas condiciones por cerca de una década ante la ausencia de gestiones efectivas, lo que ha contribuido a disminuir de manera significativa la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, tal como se ha podido ver en la presente auditoría.

Cabe aclarar que no forma parte de esta causa el municipio de Padcaya, toda vez que la influencia de las aguas residuales del centro urbano de este municipio, afecta a la cuenca del río Bermejo que está fuera del alcance de esta auditoría. Por su parte las comunidades de este municipio que se encuentran dentro el área de influencia de la cuenca del río Guadalquivir, han sido consideradas en recomendaciones vistas anteriormente. Con estas aclaraciones, a partir de las deficiencias identificadas en la causa y tomando en cuenta los avances de las últimas acciones emprendidas en los municipios de Tarija y San Lorenzo se recomendó lo siguiente.

### **Para el municipio de Tarija**

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 12.1 Impulsar la ejecución de los proyectos emprendidos por la municipalidad, para la implementación de las microplantas de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Tarija, previendo asignar los recursos necesarios y haciendo un seguimiento continuo a estos proyectos, dando respuesta a las observaciones de las*



*instancias con las que viene realizando acciones de coordinación, llámense ministerios y/o potenciales financiadores externos, a fin de consolidar su ejecución en el menor tiempo posible. La planificación y ejecución de estos proyectos debe realizarse de forma modular orientada a contribuir en la solución estructural del problema de la demanda del saneamiento básico, asimismo, debe tomar en cuenta los lugares donde técnica y económicamente sea viable su implementación y prioritariamente para los lugares donde por razones topográficas no sea factible el transporte de las aguas residuales a la nueva planta de tratamiento de aguas residuales que beneficiará a la ciudad de Tarija.*

**Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua.**

*Recomendación 12.2 En el marco de las atribuciones establecidas en la Ley 031 de Autonomías y los incisos c) e i) del artículo 96 del Decreto Supremo 29894, el Ministerio debe impulsar, en el menor tiempo posible, la ejecución de los proyectos emprendidos por la municipalidad Tarija, y presentados a su instancia para su evaluación y posterior gestión de financiamiento, a fin de que puedan implementarse los proyectos de microplantas de tratamiento de aguas residuales en este municipio, agilizando las acciones de revisión correspondientes y coordinando permanentemente con el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija hasta la consolidación de los proyectos.*

**A la Cooperativa de Agua y alcantarillado Sanitario de Tarija - COSAALT Ltda.**

*Recomendación 12.3 Colaborar en la ejecución de la elaboración de los proyectos emprendidos por el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija y por el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y microplantas en la ciudad de Tarija, participando de las acciones técnicas que correspondan y proporcionando la información necesaria para viabilizar la ejecución de los respectivos proyectos.*

**Al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija.**

*Recomendación 12.4 Impulsar la ejecución de los proyectos emprendidos para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la ciudad de Tarija, previendo asignar los recursos necesarios y haciendo un seguimiento continuo a las gestiones iniciadas luego de la elaboración del Informe Técnico de Condiciones Previas del proyecto de construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Tarija, agilizando las gestiones de coordinación de manera concurrente con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para que en el corto plazo este proyecto pueda ser adjudicado para su elaboración y posterior construcción. Asimismo, debe agilizar las gestiones para la licitación del proyecto «Construcción de obras complementarias San Luis» y/o de otras obras y/o proyectos que minimicen en el corto plazo, los impactos ambientales negativos ocasionados al río Guadalquivir por efecto de las descargas de la planta en actual funcionamiento.*

**Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua.**

*Recomendación 12.5* En el marco de las atribuciones establecidas en la Ley 031 de Autonomías y los incisos c) e i) del artículo 96 del Decreto Supremo 29894, el Ministerio debe impulsar la ejecución del proyecto de construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Tarija en el menor plazo posible, trabajando de manera coordinada y concurrente con la Gobernación de Tarija, en las características técnicas del proyecto y en la gestión de los recursos de financiamiento necesarios para la elaboración y ejecución de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales.

**Para el municipio de San Lorenzo**

**Al Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.**

*Recomendación 12.6* Impulsar la ejecución de la construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales que está siendo gestionada por la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA) en el marco del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir», proporcionando las condiciones y garantías que se necesiten para viabilizar su ejecución, implementación y mantenimiento.

**Al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija.**

*Recomendación 12.7* Garantizar los recursos económicos comprometidos para la ejecución de las obras de construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de San Lorenzo en el marco del «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir» que está a cargo de la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA) y agilizar las acciones de coordinación permanentemente con la entidad ejecutora que se requieran durante el proceso que dure la ejecución del proyecto.

**A la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua.**

*Recomendación 12.8* Priorizar tiempo y recursos para que, en el marco de las funciones y atribuciones asignadas a su entidad en el «Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir», se ejecute en el corto plazo el proyecto de construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de San Lorenzo.

**7.13 Causa 13 - documentos incipientes y/o que no han sido de utilidad y/o aplicabilidad en la gestión integral de la cuenca del río Guadalquivir.**

Durante la revisión de la documentación recabada para la presente auditoría se identificaron una serie de documentos relacionados con la gestión de la cuenca del río Guadalquivir cuya aplicabilidad no ha sido evidente ante la problemática que trata esta auditoría, debido a que son documentos incipientes y/o no han sido aplicados en la gestión de la cuenca. Entre

estos documentos se encuentran el Plan Director de la Cuenca del río Guadalquivir y el Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija, gestionados por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y, estudios y documentos elaborados por la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN). A continuación exponemos la situación de estos documentos.

### Plan Director de la Cuenca del río Guadalquivir.

El Ministerio de Medio Ambiente ha elaborado una propuesta de «Plan Director de la cuenca del río Guadalquivir», estableciendo en esta que el objetivo del plan es impulsar procesos de promoción y fortalecimiento de la gestión integral de los recursos hídricos y el manejo integral de la cuenca, a través de la formulación e implementación de un Plan Director de cuenca de manera conjunta con actores institucionales, económicos y sociales como base para el desarrollo de inversiones efectivas y/o activas. Las actividades desarrolladas para esta propuesta fueron reuniones de participación, concertación y planificación, delimitación de la cuenca, realización de talleres de capacitación para la conformación de la Plataforma Institucional de la cuenca con la participación de actores institucionales y organizaciones como la gobernación, las municipalidades de Tarija y San Lorenzo, Universidad JMS, con los que firmaron un acta de entendimiento.

Los lineamientos estratégicos definidos a este nivel fueron: saneamiento ambiental y gestión de la calidad del agua; saneamiento básico y agua para consumo; fortalecimiento institucional y de instancias de articulación; planificación y gestión del GIRH/MIC; gestión de información, conocimiento y monitoreo y; gestión de financiamiento. Estas gestiones datan de noviembre de 2014.

En agosto de 2015 se llevó a cabo el segundo encuentro nacional de Planes Directores de Cuenca, en el que reportaron los avances del Plan Director de la Cuenca del río Guadalquivir y donde quedó identificada la problemática de la contaminación creciente de la cuenca por aguas residuales de las ciudades. Los avances reportados del plan están referidos a la articulación del PDA con el PNC, conformación de la plataforma de actores, capacitación de actores técnicos, firma de convenio entre el MMAyA/VRHR y GADT/SSRNyMA y elaboración del perfil de proyecto del PDC-RGua.

El Plan Director de la Cuenca del río Guadalquivir pretende impulsar procesos de promoción y fortalecimiento de la gestión integral de los recursos hídricos y el manejo integral de la cuenca a partir de lineamientos estratégicos que contemplan el saneamiento ambiental, la gestión de la calidad del agua y el saneamiento básico entre otros aspectos, sin embargo los avances son incipientes y dado que la que problemática de la contaminación en la cuenca del río Guadalquivir requiere ser atendida de manera inmediata, no resulta pertinente esperar la conclusión de la elaboración de este plan, sin embargo su contenido, que seguramente se adecuará a la realidad que vive la zona y vivirá en un futuro próximo, contemplará aspectos asociados al manejo integral y deberá acomodarse a las nuevas condiciones que vayan a existir en la medida en que se implementen las acciones asociadas

a la mejora del tratamiento de las aguas residuales. En este entendido se recomienda lo siguiente.

**Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua.**

*Recomendación 13.1 Impulsar de manera efectiva el proceso de elaboración del Plan Director de la cuenca del río Guadalquivir, a través del asesoramiento, capacitación, monitoreo y aprobación del mencionado plan, trabajando de manera permanente y coordinada con el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija y los municipios involucrados en la cuenca.*

**Al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija.**

*Recomendación 13.2 El Gobierno Autónomo Departamental de Tarija debe elaborar, estrategias a corto, mediano y largo plazo a través del Plan Director de la Cuenca del río Guadalquivir, en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y los municipios involucrados en la cuenca, priorizándose de manera participativa proyectos destinados al manejo integral de los recursos hídricos.*

**Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija.**

Recordemos que el Ministerio de Medio Ambiente y Agua suscribió un contrato de consultoría en marzo de 2012, para la elaboración del «Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija»<sup>149</sup>. Para el Plan Maestro del Valle Central de Tarija, el objetivo general era contribuir a mejorar las condiciones de salubridad en las poblaciones periurbanas e incrementar el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado en las poblaciones de Tarija, San Lorenzo, Uriondo y Padcaya hasta el año 2046 como horizonte.

Los Estudios de Identificación que derivaron del Plan Maestro, fueron concluidos y entregados oficialmente a las respectivas autoridades municipales y a la autoridad departamental de Tarija en la gestión 2015.

De acuerdo a lo informado por cada una de las instancias municipales y por la gobernación, este documento no ha sido aplicado o destinado a los fines para los cuales habría sido elaborado por las siguientes razones, expuestas por los propios municipios.

- La municipalidad de San Lorenzo informó que el Estudio de Identificación para el municipio de San Lorenzo fue entregado al alcalde de la anterior gestión edilicia, y el documento no pudo ser encontrado en los archivos del gobierno municipal.

---

<sup>149</sup> Información proporcionada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua con la nota CAR/MMAYA/VAPSB7DGAPAS/UGF N° 0069/2016 recibida el 04 de marzo de 2016, como respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/053/2016 recibida el 15 de febrero de 2016.



- El Estudio de Identificación para el municipio de Tarija fue entregado en noviembre de 2015 a la municipalidad, la misma ha informado a la Contraloría que si bien el documento cuenta con una propuesta que podría resolver los problemas de la actual planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis, la construcción de una nueva planta con tecnología moderna que viene siendo estudiada, desplaza la posibilidad planteada de rehabilitar las lagunas de San Luis, propuesta del mencionado estudio, pues si se realizan estas acciones se estaría haciendo doble esfuerzo técnico y económico que luego sería descartado con la construcción de una nueva planta.
- La municipalidad de Uriondo informó a la Contraloría que en mayo de 2015 les fue proporcionado el respectivo Estudio de Identificación, que incluye el proyecto de mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, pero no se encuentra en concordancia con la realidad del municipio.
- Finalmente el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija informó que el documento del Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija fue entregado a la gobernación en fecha 30 de abril de 2015. Los documentos fueron remitidos para su registro, inventariación, archivo y custodia en mayo de 2015. Sin embargo, la gobernación no ha reportado ninguna acción o información acerca de la implementación del mencionado plan en los mencionados municipios.

Lo señalado permitió advertir que si bien gestionaron y elaboraron el «Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija» integrando en él, a los municipios que forman parte de la zona de influencia de la cuenca del río Guadalquivir, ninguno de ellos ha aplicado este documento, ya sea por desconocimiento o porque se ha optado por otras alternativas, tal es el caso del municipio de San Lorenzo que se está beneficiando en este tema a través del Programa de Agua Potable y Alcantarillado Guadalquivir o el municipio de Tarija que está llevando adelante otras gestiones para implementar una planta de tratamiento de aguas residuales en esta ciudad.

En este entendido tampoco es viable recomendar la aplicación del mencionado plan cuando están en curso otros proyectos. Sin embargo, en el caso del municipio de Uriondo se ha observado que la planta de tratamiento ubicada en el Valle de la Concepción, si bien su capacidad de diseño no ha sido superada dada su reciente construcción (2008), los efluentes vertidos hacia el río Camacho no cumplen con los estándares establecidos en la normativa, tal como se ha podido ver en la presente evaluación.

Asimismo, esta localidad no ha sido incluida en otros proyectos de mejora del servicio de saneamiento básico, salvo en el Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija, cuyo Estudio de Identificación, elaborado precisamente para esta localidad, advirtió que si bien el sistema estaba en buenas condiciones dada su reciente construcción, existían deficiencias en su funcionamiento, como filtraciones en el canal de entrada al reactor, el humedal estaba inconcluso, el mantenimiento que se daba a la planta era básico, entre otros aspectos. En este entendido con la finalidad de dar aplicabilidad al



estudio elaborado y mejorar la calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales del Valle de la Concepción, se recomienda lo siguiente.

**Al Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo.**

*Recomendación 13.3 Gestionar en el corto plazo las mejoras al sistema de tratamiento de aguas residuales ubicado en la localidad del Valle de la Concepción, a partir del diagnóstico realizado en el Estudio de Identificación «Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la población urbana y periurbana de Uriondo» del «Plan Maestro Integral de Agua y Saneamiento del Valle central de Tarija», evaluando la posibilidad de implementar las alternativas propuestas y/o adecuarlas a la realidad del municipio, a fin de lograr que los efluentes vertidos por el sistema de tratamiento hacia el río Camacho cumplan con los estándares establecidos en la normativa ambiental vigente.*

Informes de calidad del agua, de la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN).

La documentación recabada en la presente auditoría dio cuenta de que la OTN ha sido gestora para la elaboración de una serie de documentos relacionados con la cuenca del río Guadalquivir de manera integral. Algunos de los cuales fueron puestos en conocimiento de varias entidades. Entre los documentos elaborados están los informes de control de la calidad de las aguas del río Bermejo, donde se encuentran puntos de monitoreo ubicados en la cuenca del río Guadalquivir, estos documentos han sido elaborados con cierta regularidad por el espacio de cinco años entre los años 2008 y 2012 (exceptuando los años 2009 al 2011) de manera anual, semestral y en algún caso se ha identificado hasta cinco informes en una gestión, sin embargo su difusión no ha seguido esta frecuencia, estos han sido remitidos de manera esporádica a diferentes entidades (ver detalle de información en el cuadro 5.4 del acápite 5.7).

Las entidades involucradas de manera directa con la gestión del río Guadalquivir, como el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, la gobernación y los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya, no han contado con esta información de manera regular, pues en los casos en que se ha difundido la información, ha sido a solicitud expresa del interesado, y de estas sólo algunas requirieron algún estudio en particular.

Toda la información contenida en los diferentes informes generados por la OTN, específicamente los relacionados con el control de la calidad de las agua pudieron y pueden ser de utilidad para las gestiones que atañen al manejo integral de la cuenca.

El trabajo de la OTN en cuanto al control de la calidad de las aguas del río Guadalquivir guarda correspondencia con una de las funciones conferidas por el D.S. 24544 respecto del control de la calidad del agua de los ríos de las cuencas a cargo, donde se encuentra implícita la del Guadalquivir, sin embargo toda la información generada a través de estas acciones deja de ser productiva si no es empleada para algún fin y aquello solo puede

sucedir a través de la difusión de la información. En este entendido se recomienda lo siguiente.

**A la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN).**

*Recomendación 13.4 Difundir a las entidades vinculadas con la gestión de la cuenca del río Guadalquivir, información de proyectos y estudios relacionados, los monitoreos de calidad de las aguas del río Guadalquivir, con el fin de proporcionar información técnica de utilidad que coadyuve en la preparación y/o retroalimentación de estudios asociados a la restauración de la cuenca y a su manejo integral.*

**7.14 Causa 14 - el crecimiento poblacional no ha sido proporcional al crecimiento de la cobertura del servicio de alcantarillado en el municipio de Tarija.**

A partir de los resultados obtenidos en los indicadores, se pudo apreciar que entre los años 2008 y 2015 existió un crecimiento poblacional dentro del área de concesión del servicio a cargo de la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT), de aproximadamente el 6% respecto de la población inicial, incrementándose alrededor de 11 mil habitantes más.

Un análisis similar respecto de la población total del municipio de Tarija<sup>150</sup>, nos indicó que la población ha crecido aproximadamente en un 11% sumándose alrededor de 22 mil habitantes en todo el municipio, entre los años 2008 y 2015.

A partir de los mismos datos pudimos advertir el crecimiento poblacional fuera del área de concesión entre los años 2008 y 2015, el mismo que estuvo alrededor del 100% respecto de la población que había en el año 2008, la misma que ya no está incluida en el área del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

El año 2008 el área de concesión a nivel poblacional, agrupaba al 95% de la población total del municipio, para el 2015 este porcentaje se redujo al 90% debido al crecimiento poblacional fuera del área del servicio.

Durante el periodo de evaluación no se ha modificado el área de concesión, incluso desde la suscripción del contrato del servicio con la entonces Superintendencia de Saneamiento Básico el año 2001, por lo que el servicio se circunscribe a la población existente en ella, sin embargo existe un grupo humano importante cuyo asentamiento en el municipio ha ido en expansión fuera de las áreas prevista para el servicio, lo que pudo dar lugar a posibles conexiones clandestinas a la red alcantarillado, generando una carga adicional a los colectores, así como a los cuerpos receptores, sea la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, quebradas y/o el río Guadalquivir.

<sup>150</sup> Datos aproximados, calculados a partir de la y de la tasa de crecimiento anual estimado por el INE y de la información del censo 2012, proporcionado por el INE mediante nota CITE: INE-DAS-DEIES N.º 0731/16 recibida el 19 de mayo de 2016, en respuesta a la nota CGE/SCAT/GAA/175/2016 recibida el 11 de mayo de 2016.

De acuerdo a la información recabada de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (AAPS)<sup>151</sup> la cooperativa no ha realizado ninguna solicitud formal para ampliar el área de concesión en el municipio de Tarija, esta ampliación pudo ser incluida cuando la cooperativa presentó ante la mencionada autoridad su Plan de Desarrollo Quinquenal 2014-2018, sin embargo esto no sucedió, tampoco aplicó la Resolución Administrativa Regulatoria APSS N.º 086/2009 que establece los procedimientos para solicitar la ampliación del área en un plazo intermedio dentro del periodo de ejecución de los planes de desarrollo.

Asimismo, la AAPS informó que el Plan de Desarrollo Quinquenal 2014-2018 presentado por COSAALT ha sido observado, entre otros aspectos, porque no incluyeron en su planificación la ampliación del servicio, tanto en términos de agua potable como de alcantarillado sanitario, por lo que la autoridad ha advertido que la cooperativa debe modificar su planificación en torno a las observaciones realizadas por la AAPS. Considerando las deficiencias identificadas en esta causa se recomendó lo siguiente.

#### **A la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija - COSAALT Ltda.**

*Recomendación 14.1 Incluir en el documento de planificación a elaborar para ser presentado ante la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (AAPS), la ampliación del área donde presta el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, tomando en cuenta los Planes Territoriales de Desarrollo Integral que vaya a elaborar el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija en el marco de la Ley 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado. Para ello debe coordinar de manera permanente con esa entidad. Las ampliaciones que prevean realizar deben ser consideradas en las gestiones de la construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Tarija.*

#### **Al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.**

*Recomendación 14.2 Elaborar en el menor tiempo posible los Planes Territoriales de Desarrollo Integral en el municipio de Tarija en el marco de la Ley 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado, y a través de este, coordinar de manera permanente con la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija, el suministro de información necesaria para la elaboración de los planes de expansión del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en el municipio.*

---

<sup>151</sup> Entrevista telefónica en fecha 29 de julio de 2016.

## **8. CONCLUSIONES.**

A continuación presentamos las conclusiones de los dos objetivos planteados para evaluar los resultados de la gestión ambiental en la cuenca del río Guadalquivir. Los objetivos específicos formulados buscaron:

1. *Determinar el estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir en los años 2008 y 2015.*
2. *Evaluar si la variación del estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015 responde a las disposiciones previstas por el Estado.*

### **8.1 Conclusión del Objetivo Especifico 1.**

Para determinar el estado ambiental de la cuenca del río Guadalquivir en los años 2008 y 2015 se evaluaron varios aspectos referidos a los componentes del medio ambiente considerado, es decir, los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir y las fuentes de contaminación, en función de parámetros físicos, químicos, biológicos, y las condiciones económicas y sociales en las que se encontró el medio ambiente en los dos momentos de la evaluación que fueron considerados.

Los cuerpos de agua y las fuentes de contaminación han sido evaluados en términos mensurables de parámetros físicos, químicos y biológicos, tanto el año 2008 como el año 2015, esto ha permitido conocer la calidad de los cuerpos de agua respecto de su aptitud de uso y la calidad de las descargas que se vierten a los cuerpos de agua de la cuenca en los dos momentos considerados.

Los componentes asociados a las condiciones económicas y sociales se evaluaron también en ambos momentos, a partir de datos poblacionales, información sobre la actividad industrial, la actividad extractiva de áridos y agregados, sobre el acceso al servicio de alcantarillado sanitario y sobre el tratamiento de las aguas residuales.

Estos aspectos han sido integrados a los criterios formulados, y para complementar la evaluación, a los indicadores, que fueron diseñados para emitir una opinión acerca del estado ambiental el año 2008 y el año 2015.

El año 2008 el río Guadalquivir tenía la calidad suficiente para responder a su aptitud de uso, los valores del índice empleado (ICA-NSF) fueron mayores a 50, lo que indica que las aguas del río eran aptas para actividades agrícolas y de recreación. Las descargas que se vertían a la cuenca el año 2008, provenían de la actividad industrial y de las plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en los centros poblados de los cuatro municipios de la cuenca, en ambos casos los efluentes vertidos, ya sea a la red de alcantarillado sanitario o a los cuerpos de agua de la zona, no cumplieron con las disposiciones

normativas. Asimismo, se identificaron los puntos de descarga directa de aguas residuales crudas hacia las quebradas y ríos que forman parte de la cuenca.

En cuanto a las condiciones económicas y sociales evaluadas, se pudo advertir que el año 2008 no existía un número importante de industrias en operación tanto en el municipio de Tarija como en el de San Lorenzo, en este último el registro de industrias recién data del año 2009. En cuanto a la actividad extractiva de áridos y agregados, el año 2008 los municipios no contaban con información de esta actividad, no existen datos de empresas identificadas o registradas que den a conocer la intensidad de estas operaciones productivas en esa gestión.

Finalmente, en cuanto al alcantarillado sanitario, se pudo conocer la cobertura del servicio en todos los municipios y comunidades que forman parte de la cuenca, existiendo coberturas variadas, siendo las comunidades más pequeñas las que tenían menos acceso al servicio. También se conoció la cobertura del servicio para el sector industrial observando que esta no llegaba a cubrir ni el 50% de la demanda existente.

Para el año 2015, en lo que concierne a la calidad de las aguas del río Guadalquivir, se determinó que sólo ciertos lugares tienen la calidad suficiente para llevar a cabo prácticas agrícolas y de recreación, estos lugares son: a la altura de las nacientes de la cuenca, en la zona de confluencia del río Guadalquivir con los ríos Erquis y Victoria y al final de la zona de estudio, a la altura de El Angosto. El resto del curso del río, presenta aguas de mala calidad haciéndolo no apto para este tipo de actividades.

En cuanto a la calidad de las descargas que se vierten a la cuenca para el año 2015 se tiene que las que provienen de la actividad industrial que se encuentran en Tarija y San Lorenzo, al igual que el año 2008, tampoco cumplen con los estándares de referencia; las descargas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en la zona, que son los mismos que se identificaron para el año 2008, tampoco descargan efluentes que puedan cumplir con la normativa vigente. No se incrementaron puntos de descarga directa de aguas residuales crudas, sin embargo se sumaron descargas de sistemas de tratamiento colapsados, originando nuevos puntos de contaminación por el vertido de aguas residuales deficientemente tratadas.

En lo que concierne a las condiciones económicas, sobre la actividad industrial, se cuantificó a las industrias registradas tanto en el municipio de Tarija como en San Lorenzo, se tomó en cuenta al universo de industrias, así como sólo a aquellas que generan efluentes producto de sus operaciones. Respecto de la extracción de áridos y agregados, se pudo advertir que el año 2015 ya existe un registro, o por lo menos han sido identificadas las empresas que operan a nivel industrial en los municipios de la cuenca, aunque no han sido emitidas autorizaciones por parte de los municipios en observancia a un marco regulatorio establecido, tampoco existe una evaluación orientada a una planificación, que identifique a las zonas aptas para realizar estas operaciones en los cauces de los ríos de la cuenca.



Finalmente, respecto de la cobertura de alcantarillado sanitario, para el año 2015, también se pudo conocer la cobertura del servicio de todos los municipios y comunidades que forman parte de la cuenca, así como el alcance del servicio en el sector industrial y la demanda insatisfecha al respecto.

Lo expuesto permite concluir señalando que se ha cumplido con el objetivo específico 1, cada aspecto analizado a partir de los criterios e indicadores formulados, ha permitido conocer y determinar el estado ambiental de la cuenca de río Guadalquivir en los dos momentos definidos, en el año 2008 y en el año 2015, se ha establecido la situación de la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca, así como de las descargas que se vierten a esta y a la red de alcantarillado sanitario, en términos de parámetros mensurables: físicos, químicos y biológicos; asimismo, se ha conocido la intensidad de la actividad industrial, de la actividad extractiva, así como la población existente en ambos momentos del periodo evaluado, todos estos últimos elementos han sido parte del componente económico y social evaluado en la cuenca.

## **8.2 Conclusión del Objetivo Especifico 2.**

Para evaluar si la variación del estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, entre los años 2008 y 2015, responde a las disposiciones previstas por el Estado se formularon varios indicadores que mostraron cual fue la situación generada en torno a la restauración del río Guadalquivir.

Se analizaron indicadores de calidad, de contaminación orgánica y de calidad biológica. En todos los casos la variación generada entre los años 2008 y 2015 dio cuenta de que la calidad de las aguas del río Guadalquivir ha disminuido, de predominantemente buena y media, a rangos de calidad media y mala; que la contaminación orgánica se ha incrementado de poco contaminado y moderadamente contaminado a moderadamente contaminado, contaminado e incluso muy contaminado; finalmente la fauna béntica, como índice de la calidad biológica, mostró que las aguas del río pasaron de predominantemente aceptables a predominantemente críticas, debido a la disminución significativa de especies sensibles a la contaminación.

Los restantes indicadores han dado cuenta de la variación de los aspectos que conformaron la evaluación del estado ambiental en los años 2008 y 2015.

Se ha visto un crecimiento industrial importante en los municipios de Tarija y San Lorenzo, sin embargo, las descargas vertidas producto de estas actividades no han variado en cuanto a su calidad, en ambos momentos, e incluso a lo largo del periodo evaluado, la mayor parte de los parámetros analizados en los efluentes industriales presentaron concentraciones por encima de los límites establecidos en la normativa que regula este tipo de descargas a cuerpos de agua y a la red de alcantarillado sanitario.

Asimismo, producto del crecimiento poblacional e industrial, se ha incrementado el volumen de aguas residuales domésticas e industriales que se colectan por la red de alcantarillado y que pasan por un sistema de tratamiento, sin embargo la calidad de los efluentes vertidos a través de estos no ha cambiado, se ha visto que estos incumplen los límites permisibles y esta condición se mantiene desde el año 2008, con la agravante de que los volúmenes de descarga son mayores.

La actividad extractiva de áridos y agregados no ha logrado ser regulada, no se tienen marcos normativos elaborados y/o implementados a cabalidad por lo que ninguna actividad ha obtenido una autorización oficial para el ejercicio de esta práctica que se desarrolla en los cauces de varios ríos de la cuenca del río Guadalquivir.

Han sido llevadas a cabo una serie de acciones por diferentes entidades vinculadas con la gestión de la cuenca del río Guadalquivir entre los años 2008 y 2015, la mayor parte de estas han surgido en los últimos dos años, sin que a la fecha alguna de ellas haya logrado ejecutarse y/o implementarse a cabalidad, no han pasado de estudios y/o gestiones que se encuentran en proceso, especialmente en el tema de consolidar aspectos puntuales que permitan viabilizar el financiamiento destinado a la elaboración y/o ejecución de los proyectos. Varios de estos están en curso, pero ninguno ha mostrado gestiones efectivas que garanticen la solución a los problemas de contaminación en la cuenca y consecuentemente a la restauración del ecosistema que ha sido dañado de manera continua por casi una década.

Los resultados de este objetivo específico permiten concluir que, entre los años 2008 y 2015, las variaciones que se han producido en el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir, no responden a las disposiciones previstas por el Estado.

### **8.3 Conclusión General.**

La determinación del estado ambiental en la cuenca del río Guadalquivir en el año 2008 y luego en el año 2015, bajo las mismas condiciones de evaluación en lo relativo a los parámetros mensurables y a los componentes económicos y sociales, así como la determinación de la variación que ha sufrido el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca y el conocimiento de las gestiones realizadas y lo logrado a través de ellos respecto de la restauración del ecosistema afectado, permite concluir señalando que los resultados de la gestión ambiental de las entidades evaluadas, nos referimos al 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




K2/AP11/S15-E1

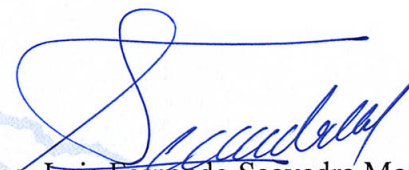
importantes para la biodiversidad de los cuerpos de agua de la cuenca y para la salud de la población implícitamente afectada por las prácticas que realizan en la cuenca como la agricultura y la recreación.

Para contribuir a revertir esta situación, la Contraloría General del Estado ha formulado cuarenta y siete (47) recomendaciones, 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 la recuperación y restauración del ecosistema afectado y atenuar los riesgos potenciales presentes para la salud de la población expuesta.

La Paz, 05 de octubre de 2016



Ing. Roberto Pérez Cánepa  
GERENTE DE AUDITORÍA  
AMBIENTAL



Ing. Luis Fernando Saavedra Morató  
SUBCONTRALOR DE AUDITORÍAS  
TÉCNICAS

Cumplase con las recomendaciones  
contenidas en el informe que antecede  
conforme el Art. 16 de la Ley 1178, bajo  
apercibimiento de responsabilidad  
La Paz, 26 de octubre 2016.....



Dr. Henry Lucas Ara Pérez  
CONTRALOR GENERAL DEL ESTADO